



## A Sınıfı Buharlaşma Kabından Olan Anlık Buharlaşma Miktarının Ultrasonik Derinlik Ölçer ile Belirlenmesi

Çağlar Özkan SEZER<sup>1\*</sup>, Tekin ÖZTEKİN<sup>1</sup>, Mehmet Murat CÖMERT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü,  
Tokat, Türkiye

\*e-posta: caglarcasper55@gmail.com

Geliş Tarihi: 30.06.2015; Kabul Tarihi: 15.02.2017

**Öz:** A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının ölçümünün; nitelikli ölçüm personeli gerektirmesi ve elle ölçülmesi nedeniyle fazla zaman almakta bu sebeplerle de ölçüm hassasiyetinin düşük olmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada; bir kıyas düzlemi seviyesinden dik olarak su yüzeyine olan mesafe (derinlik) ultrasonik sensör vasıtasıyla (ses dalgası ile) belirlenerek, ölçülen mesafe mikrometrelili derinlik ölçerden okunan değerle karşılaştırılmıştır. Ultrasonik sensör ve mikrometrelili derinlik ölçerle okunan değerler Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Sulama ve Drenaj Laboratuvarı'nda test edilmiştir. Sonuçta, 3.5 cm'ye kadar olan buharlaşmada regresyon katsayısı  $R^2 = 0.94$  ve 4.2 cm'ye kadar olan buharlaşmada ise  $R^2 = 0.71$  olan doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Cihazı daha yüksek derinliklerde kullanabilmek için daha hassas bir sensör, cihazın ses dalgası yolladığı metal borunun içine su yüzeyinde yüzebilen düz bir şamandıra, söz konusu borunun buharlaşmayı minimum etkilemesi için çapının mümkün mertebe küçültülmesi ve cihazın her türlü veri kaydediciye bağlanabilmesi gibi konular ultrasonik sensörün geliştirilmesi ve uygulamaya geçirilmesi açısından önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** A sınıfı buharlaşma kabı, buharlaşma; mikrometre; ultrasonik mesafe ölçer.

### Determination of Instant Evaporation from Class A Pan with Ultrasonic Depth Meter

**Abstract:** Due to manual measurement and qualified staff requirements for measuring the amount of evaporation from class A pan, it takes more time and causes measurement precision to be low. In this study, the distance perpendicular to the surface of a datum level (depth) was measured with ultrasonic sensors (sound waves), the measured distance was compared to the read values by micrometer depth gauge. The read values from both ultrasonic sensor and micrometer depth gauge have been tested on Irrigation and Drainage Laboratory of Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Biosystems Engineering Department. As a result, the evaporation of up to 3.5 cm, determination coefficient  $R^2 = 0.94$ ; and the evaporation of up to 4.2 cm was found a linear relationship with  $R^2 = 0.71$ . The subjects such as; a more sensitive sensor to be used for using the device to greater depths, a floatable flat float

on the surface of the water in the metal pipe can be set, diameter reducing as much as possible to effect minimum evaporation of the metal pipe, all kinds of devices data logger to be connected were suggested for the development and implementation of ultrasonic sensors.

**Keywords:** Class A evaporation pan; micrometers; evaporation ultrasonic distance meter.

## Giriş

Nüfus artışıyla beraber kısıtlı olan su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması önemli hale gelmiştir. Diğer su kullanan sektörlere göre tarımda kullanılan su miktarının fazla olması, sulama programlarının hassas bir şekilde yapılarak kaynakların verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Sulama programı, suyun fazla harcanmasını engelleyen (Feres, 1996) ve bitki için mümkün olduğunca verim artışı sağlamasından dolayı en etkili araçtır (Werner, 1996). Sulama programı yapabilmek için ise bitki su tüketiminin bilinmesi gerekmektedir.

Bitki su tüketiminin doğrudan ölçümünün pahalı, fazla zaman gerektiren, kolay olmayan ve uzman personel tarafından yürütülmesi gereken bir yöntem olması alternatif yöntemlerin kullanılmasını gerekli hale getirmiştir. Bitki su tüketimi üzerinde etkili olan radyasyon, rüzgâr, sıcaklık, nem gibi kimi iklim parametrelerinin birleştirilmiş bir etkisini sunan A sınıfı buharlaşma kabı, açık su yüzeyinden olan buharlaşma miktarının belirlenmesinde de etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu amaçla, farklı ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de A sınıfı buharlaşma kabı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. A sınıfı buharlaşma kabı aracılığı ile hem referans bitki su tüketimi hem de göller, barajlar gibi açık su yüzeylerinden oluşan buharlaşma tahmin edilebilmektedir. Fakat A sınıfı buharlaşma kabının içerisindeki mikrometreli derinlik ölçerin maliyeti ve düşük ölçüm hassasiyeti, bu aleti kullanacak nitelikli ölçüm personeli ihtiyacı, ölçüm saatinde otomatik ölçüm alınmaması, aletin yıllık bakımı, mikron hassasiyette otomatik buharlaşma ölçen cihazların pahalı olması gibi faktörler bu kabin her yerde ve her zaman kullanılmasını kısıtlamaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için ekonomik ve hassas ölçüm yapabilen, sıvı seviyesini ultrasonik (ses dalgası ile) sensör yardımı ile belirleyen yöntemler tercih edilebilmektedir. Ultrasonik sensör ile belirli bir mesafedeki yüzeye ses hızında sinyaller gönderilir, yüzeyinden geri yansıyan sinyal sensör üzerindeki alıcıya ulaştığı andaki süre ölçülür ve aradaki mesafe belirlenir (Fisher ve Sui, 2013).

Jones ve ark. (2004), bitki yüzey alanının üst görünümü ile ultrasonik mesafe ölçer kullanarak bitki biyokütlesini tahmin etmiş, gerçek ve tahmin edilen biyokütle arasında güçlü korelasyonlar elde etmişlerdir. Zaman ve Salyani (2004), ağaç taç hacmini ölçmek için ultrasonik sensörler kullanmışlardır. Sui ve Thomasson (2006) ve Sui ve ark. (2012), bitki boyunu ölçmek için ultrasonik aletler kullanmıştır. Fisher ve Sui (2013), ultrasonik sensör kullanarak su yüzeyinden olan buharlaşmayı ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, 76 mm çapında ve 23 mm derinliğindeki buharlaşma kabından, mikrometre ile belirlenen ve ultrasonik sensör kullanarak belirlenen buharlaşma değerleri arasında  $R^2= 0.98$  olan doğrusal bir ilişki bulmuşlardır. Gençoğlu ve ark. (2013), A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmayı dalgalı ve durgun koşullarda mikrometre ve ultrasonik sensör yardımı ile ölçmüş ve her iki koşul için  $R^2= 0.99$  olan, 1 mm'nin altında bir mutlak hata tespit etmişlerdir.

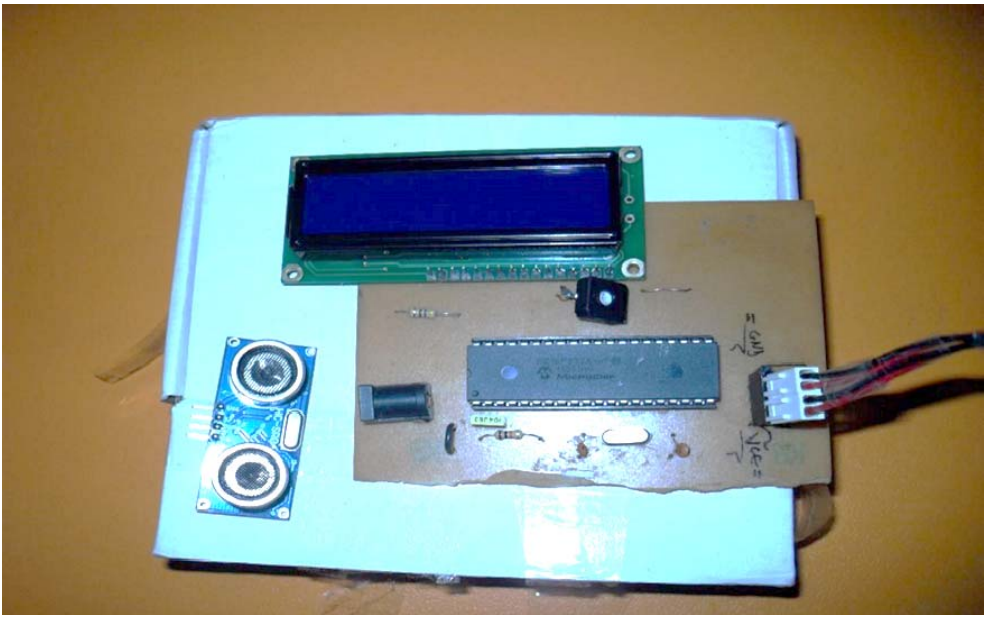
Bu çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından olan anlık buharlaşma miktarının ultrasonik mesafe ölçer ile belirlenmesi ve otomatik olarak izlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ultrasonik mesafe ölçerle belirlenen buharlaşma miktarının, mikrometre ile ölçülen buharlaşma miktarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma; Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Sulama ve Drenaj Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. A sınıfı buharlaşma kabı kurulması ve işletilmesi hususunda Allen ve ark. (1998), belirttikleri kriterler uygulanmıştır. Bu bağlamda A sınıfı buharlaşma kabı 120.7 cm çapında ve 25 cm derinliğinde dairesel şekildedir (Şekil 1). Kap, zeminden 15 cm yukarıda ahşaptan yapılmış açık bir platform (iskele) üzerine tesviyeli biçimde yerleştirilmiştir. Kap, üst kenarından 5 cm alta kadar suyla doldurulmuş ve su seviyesinin bu kenardan 7.5 cm'den daha aşağı düşmesine izin verilmemiştir. Belirli bir kıyas düzlemi seviyesinden su yüzeyine olan dikey mesafe (derinlik) ultrasonik olarak ölçülmüştür (Şekil 2).



**Şekil 1.** A sınıfı buharlaşma kabı, mikrometre ve ultrasonik derinlik ölçer



**Şekil 2.** Çalışmada kullanılan alıcının (receiver) birleştirilmeden önceki hali

## Yöntem

Elektronik ve elektrik devrelerini bilen bir uzman yardımı ile tavsiyelerimiz doğrultusunda ses dalgalarının gidiş geliş süresine dayanan, mikron hassasiyette çalışan bir mesafe ölçer cihaz (ultrasonik mesafe ölçer) oluşturulmuştur.

Ultrasonik mesafe ölçer 12 cm çapında tabanından su girişi olan ve 35 cm yüksekliğinde metal bir silindir boru üzerine monte edilerek A sınıfı kapta ölçümde kullanılmıştır. Ölçülen derinlik, cihazın ekranından dijital olarak okunabilmektedir (Şekil 3). Kullanılan sensörün ultrasonik dalga frekansı 40 kHz, ölçüm aralığı 20-4000 mm, doğruluğu 3 mm, çalışma akımı 15 mA ve çalışma gerilimi 5V'tur (Anonim, 2015).

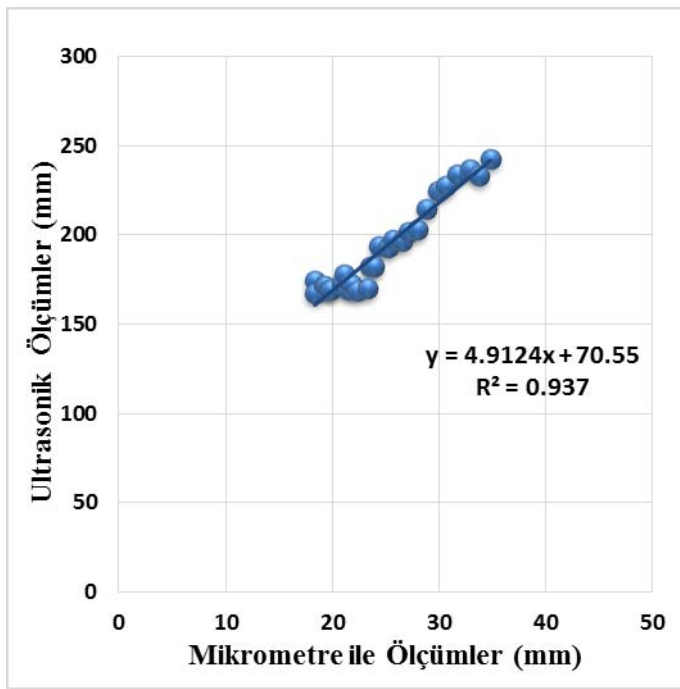
Laboratuvarda, A sınıfı buharlaşma kabında su seviyesinin kalması gereken ölçüm aralığına dikkat edilerek mikrometrelili derinlik ölçer ile ölçülen değerler, geliştirilen cihaz ile ölçülen değerlerle karşılaştırılmıştır. Ölçümlerde her işlem 5 tekrar olmak üzere buharlaşma kabından 25 dakika aralıklar ile 200 ml, 400 ml, 600 ml, 800 ml, 1000 ml, 1200 ml, 1500 ml su alındıktan sonra aynı anda hem cihaz hem de mikrometrelili derinlik ölçer ile A sınıfı buharlaşma kabındaki su seviyeleri belirlenmiştir. Her yeni okumada en az 10 dakika beklenmiştir. Bekleme nedeni su dalgalarının ölçüme yapacağı etkiyi olabildiğince yok etmek içindir.



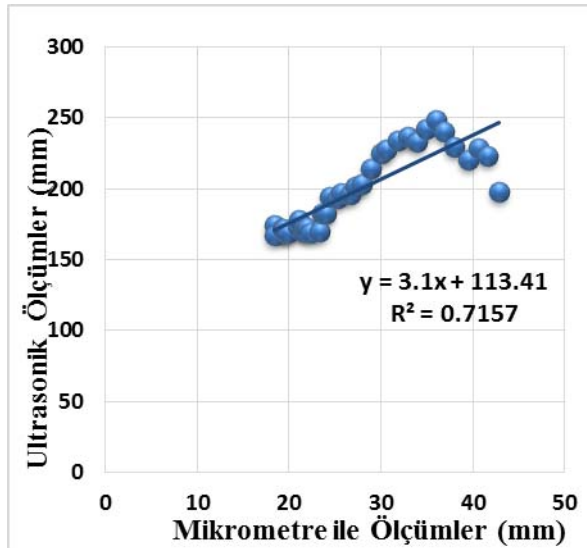
**Şekil 3.** Ultrasonik olarak ölçülen derinliğin ekran görüntüsü

### **Araştırma Sonuçları ve Tartışma**

Ultrasonik cihazın test sonuçlarına ilişkin ölçümler, regresyon denklemi ve regresyon katsayıları Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. Bu bağlamda Şekil 4'ten de görüldüğü üzere 35 mm buharlaşmaya kadar yaklaşık % 94'lük bir kısımda doğrusal bir ilişkinin ( $r = 0.96$  - güçlü seviyede bir ilişki) olduğu bulunmuştur. Ayrıca Şekil 5'ten görüldüğü üzere 42 mm buharlaşmaya kadar ise yaklaşık % 71'lik bir kısımda doğrusal bir ilişkinin ( $r = 0.84$  - güçlü seviyede bir ilişki) olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ölçüm alınan su derinliği arttıkça ( $> 35$  mm) cihazın ölçümünün doğruluğu azalmıştır. Bununla beraber Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü 56 sayılı Sulama ve Drenaj Yayınında (FAO-56): A sınıfı buharlaşma kabının su seviyesinin 25 mm düştüğünde tekrar doldurulması tavsiye edilmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar özellikle FAO-56'da önerilen çalışma derinliğini fazlasıyla karşılamaktadır ( $< 35$  mm - % 94). Sonuçta, mikrometreli derinlik ölçer yerine ultrasonik derinlik ölçer kullanılması önerilebilir. Ultrasonik cihazın geliştirilebilmesi için daha hassas bir sensör kullanılması ve daha hassas bir ayarlama ile daha yüksek derinlikler için ölçüm doğruluğunun artırılması sağlanabilir. Ayrıca ultrasonik cihazının bağlandığı metal borunun çapının daha da küçültülmesiyle kaplayacağı hacmin azalacağı ve buharlaşmayı daha az etkileyeceği düşünülmektedir. Bununla birlikte cihazın çıkarttığı ses dalgası ile su yüzeyinin dalgalanması ve suyun kendine has yüzey gerilimi neticesinde yüzeyinin dümdüz bir şekle sahip olmayışı nedenleri ile bahsedilen metal borunun içine suda yüzebilen bir şamandıranın geliştirilebileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan ultrasonik cihazın her türlü veri kaydediciye bağlanabilmesi geliştirme aşamaları olarak önerilmektedir.



Şekil 4. Ultrasonik derinlik ölçerin kalibrasyonu (Ölçüm derinliği 0-35 mm)



Şekil 5. Ultrasonik derinlik ölçerin kalibrasyonu (Ölçüm derinliği 0-42 mm)

## Kaynaklar

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. ve Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy.
- Anonim. 2015. [http://www.elecfreaks.com/store/download/product/Sensor/HC-SR04/HC-SR04\\_Ultrasonic\\_Module\\_User\\_Guide.pdf](http://www.elecfreaks.com/store/download/product/Sensor/HC-SR04/HC-SR04_Ultrasonic_Module_User_Guide.pdf): 24.04.2015
- Fereres E., 1996. Irrigation scheduling and its impact on the 21st century. In: C. Camp, E. Sadler, R. Yoder (eds.). Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. ASAE. San Antonio, Texas. USA, pp. 547-553.
- Fisher, D. K. and Sui, R. 2013. An inexpensive open-source ultrasonic sensing system for monitoring liquid levels. Agric Eng Int: CIGR Journal, Vol.15, No.4: 328-334
- Gençođlan C., Gençođlan S., Kűcűktopcu E., Uçak A.B. ve Kırac M. 2013. Ultrasonik Algılayıcı Kullanarak A Sınıfı Buharlařma Kabındaki Su Yűkseklėđinin Őlçűlmesi. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. Bildiriler: 391-398. 22-24 Ekim 2013, Tokat.
- Irmak, S. ve Haman, D. Z., 2003. Evaluation of five methods for estimating class A pan evaporation in a humid climate. Florida Agricultural Experiment Station Journal Series, R-07895, pp. 500-509.
- Jones, C. L., Maness, N. O., Stone, M. L. and Jayasekara, R., 2004. Sonar and digital imagery for estimating crop biomass. ASAE Paper No. 043061. St. Joseph, MI: ASAE.
- Sui, R. and Thomasson. J.A., 2006. Ground-based sensing system for cotton nitrogen status determination. Transactions of the ASABE, 49(6): 1983-1991.
- Sui, R., Thomasson, J. A. and Ge. Y., 2012. Development of sensor systems for precision agriculture in cotton. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 5(4): 1-14.
- Werner H.D., 1996. Checkbook irrigation tables developed from Ag. Met. Data. p 81-86. In: C. Camp, E. Sadler, and R. Yoder (eds.). Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. A.S.A.E. San Antonio, Texas, US.
- Zaman, Q. U. and Salyani M., 2004. Effects of foliage density and ground speed on ultrasonic measurements of citrus tree volume. Applied Engineering in Agriculture. Vo. 20 (2): 173-178.

