

# DüŖey Hidrolik Yük Gradyanların Yeraltı Suyu Gözlem Kuyularında Ölçülen Su Seviyelerine Etkisi

*The Effect of Vertical Hydraulic Head Gradients on Water Levels in Groundwater Monitoring Wells*

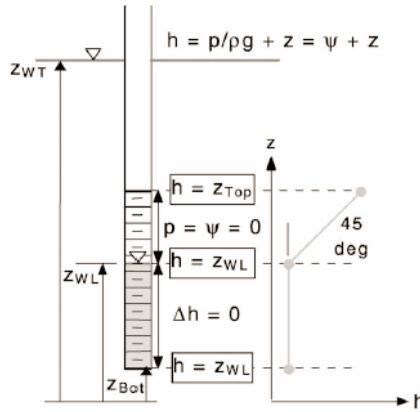
**Alper ELÇİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü, 35160 Buca-İZMİR  
Tel: (0232) 412 7112, Faks: (0232) 453 1143  
e-mail: alper.elci@deu.edu.tr

## Öz

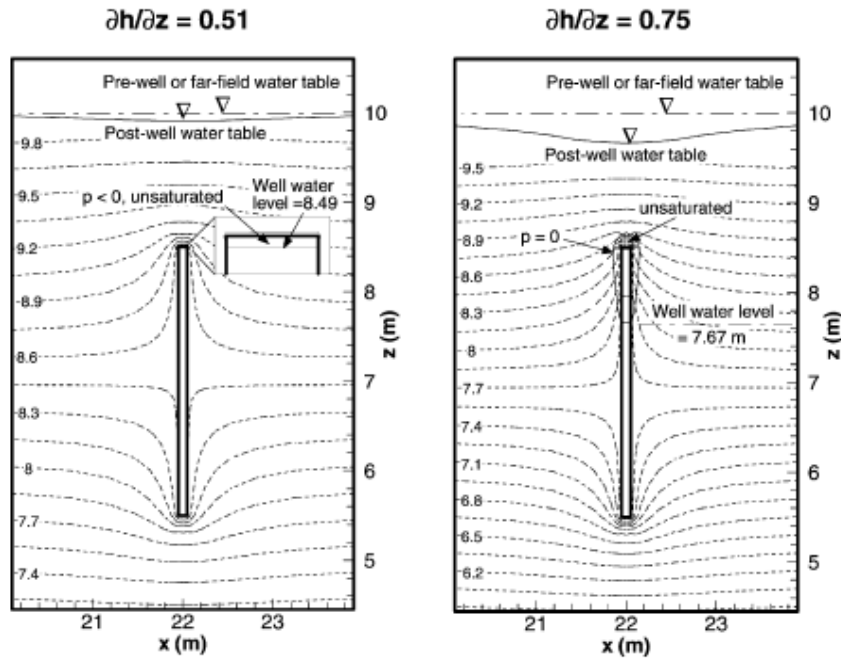
Yeraltı sularına ait gözlem değerleri, nehir havza yönetiminde çok ihtiyaç duyulan unsurlardandır. Bu verilerin güvenilirliği su kaynakların yönetilmesi konusunda sağlıklı kararlar alabilmek bakımından büyük önem taşımaktadır. Ancak çoğu zaman yeraltı suyu gözlem kuyularında ölçülen su seviyelerin doğruluğunun sorgulanması ikinci plana itilmektedir. Örneğin bir yüzeysel akiferde pompaj yapan bir kuyuda ölçülen su seviyesinin, kuyunun bulunduğu noktadaki hidrolik yük seviyesinden farklı olduğu çeŖitli çalışmalar ile gösterilmiştir (Shamsai ve Narasimhan, 1991; Gefell vd., 1994; Kao vd., 2001). Buna karşın pompaj yapılmayan ve akiferdeki doğal düŖey yük gradyanlara maruz kalmış bir gözlem kuyusunda da benzer bir farklılık gözlenebilir (Elçi vd., 2003). Bazı hidrojeolojik koşullara bağlı olarak bu seviyeler arasındaki farkın daha da belirginleştiği bilinmektedir. Burada sunulan çalışma ile yeraltı suyu gözlem kuyularında yapılan seviye ölçümlerin akiferdeki hidrolik yük seviyesini ne derece temsil ettiği konusunda dikkat çekilmesi hedeflenmektedir.

Yeraltı suyu havzalarındaki yüzeysel akiferlerde özellikle beslenme ve deşarj bölgelerinde (yüzeysel su- yeraltı suyu etkileşimi olan bölgelerde) düŖey akımlar oluşabilmektedir. Bu akımlar düŖeydeki hidrolik yük farklılıkların oluşturduğu düŖey hidrolik yük gradyanları sonucu meydana gelmektedir. Burada sunulan çalışmanın esas amacı düŖey yeraltı suyu akımların oluştuğu akiferlerdeki gözlem kuyularından elde edilen seviye verilerinin gerçeği ne kadar yansıtılabildiğini göstermektir. Bu amaçla bir gözlem kuyusu borusunun içinde ve yakın civarında oluşan su seviyesinin hidrolik yük tanımına dayanan teoriksel bir incelemesi yapılmıştır (şekil 1). Gözlem kuyusunun filtre yapısının tamamı yeraltı su yüzeyinin altında olması durumunda ölçülen seviye ile akiferdeki seviye arasında fiziksel olarak bir farkın oluşup oluşamayacağı ve oluşması durumunda hangi düŖey gradyanlar altında oluşacağı hesaplanmıştır. Bu analize ilave olarak bir nümerik yeraltı suyu akım modeli ile düŖey gradyan etkisi altındaki bir gözlem kuyusunun etrafındaki ve içindeki su seviyeleri benzeştirilmiştir.



şekil 1: Bir kuyudaki hidrolik yük profili ve farklı seviyelerin oluşması

Nümerik model sonuçları, yapılan bir seviye ölçümünün yüksek düşey gradyan etkisine maruz bir akiferde hatalı ölçülebileceğini çarpıcı bir şekilde ortaya çıkardı. 3 m'lik bir kuyu filtre uzunluğu ve izotropik ve homojen akifer ortam koşulları varsayımıyla yapılan nümerik benzeşim sonuçlarına göre, düşey hidrolik yük gradyan=0.51 koşulunda kuyudaki su seviyesinin, akifer su seviyesinin 1.53 m altında kaldığı gözlenmektedir. Düşey hidrolik yük gradyan=0.75 koşulu için kuyudaki su seviyesi, kuyu filtresinin üst seviyesinden 0.88 m aşağıda olduğu hesaplanmaktadır, ki bu durum aynı zamanda akiferdeki gerçek yeraltı su seviyesinin 2.38 m altında kalması anlamına da gelmektedir (Şekil 2). 0.1 değerinden küçük düşey gradyanlar için yukarıda bahsi geçen ölçülen su seviyesine olan etkiler önemsiz olmaya başlamaktadır. Burada kullanılan düşey hidrolik yük gradyan değerlerinin pratikte rastlama olasılıkları ilk bakışta düşük görünse de bu değerlere yüzeysel-yeraltı suyu etkileşimlerinin gözlemlendiği bölgelerde sık rastlanabileceği göz ardı edilmemelidir. Çalışmanın sonucunda hidrojeolojik koşulların yanı sıra gözlem kuyu tasarımının da su seviyesi veri kalitesinde büyük rol oynadığı ortaya çıkmaktadır. Kuyu filtresinin su yüzeyinden derinliği, filtrenin uzunluğu, kuyunun çapı etkili olan faktörler arasında sayılabilir.



Şekil 2: Düşey hidrolik gradyan etkisi altındaki bir gözlem kuyusunun nümerik benzeşim sonuçları. (Kesikli eşyüksekti eğrileri hidrolik yükü göstermektedir)

Bu çarpıcı sonuçlar ışığında yeraltı suyu seviye veri kalitesi konusunda sorgulayıcı bir tavır içinde olmalı ve hidrojeoloji camiasının bu konuya önem vermesi gerekmektedir. Özellikle uzun kuyu filtre yapılarının kullanıldığı gözlem kuyularında, yapılan ölçümlerin güvenilirliği konusunda daha titiz davranma gerekliliği vardır. Son olarak, düşey hidrolik yük gradyanların yarattığı etkilerin nasıl önüne geçilebileceğini ve hangi koşullarda ölçümleri sorgulamak gerektiğine de yer verilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** yeraltı suyu; gözlem kuyuları; düşey hidrolik yük gradyanı; modelleme

#### Abstract

Groundwater monitoring data is an essential component for river basin management practices. The reliability of data is particularly important in the decision making process. However, questioning the reliability of groundwater level data obtained from monitoring wells is usually a matter of secondary importance. For instance it is known from previous studies that the water level in a pumping well is different from the hydraulic head at the same location (Shamsai and Narasimhan, 1991; Gefell et al.,

1994; Kao et al., 2001). On the other hand, a similar difference can be observed for unpumped monitoring wells placed in an aquifer with vertical head gradients (Elci et al., 2003). It is known that under certain hydrogeological conditions this difference in levels can be more significant. The presented study focuses on how much measured groundwater levels represent actual hydraulic head of the aquifer.

Vertical groundwater flow occurs in unconfined aquifers, in particular in areas, where surface-ground water interactions can be seen. This flow is driven by the presence of vertical hydraulic head gradients. The main objective of this study is to demonstrate whether the water levels measured in monitoring wells reflect the true hydraulic head in the aquifer. For this objective, groundwater levels in and around a monitoring well casing is theoretically analyzed based on the physical definition of hydraulic head (Figure 1). Questions were, if for a fully submerged well screen a difference between the measured groundwater level and the level in the aquifer is physically possible, and if so under what vertical head gradients. In addition to this analysis, a numerical groundwater flow model is used to simulate the water levels in and around a monitoring well that is exposed to vertical head gradients.

It is evident from the numerical model results that measurements at monitoring wells exposed to vertical head gradients do not reflect the true water level under certain conditions. The simulation results for a 3 m well screen in an isotropic and homogeneous aquifer showed that for a hydraulic gradient of 0.51, the well water level is 1.53 m below the formation water table. For a vertical head gradient of 0.75, the computed well water level was 7.62 m, which lies 0.88 m below the top of the screen. This implies also that the well water level is 2.38 m below the true water level in the aquifer (Figure 2). The above mentioned effects are negligible for vertical gradients smaller than 0.1. Although the vertical head gradients used here may seem unrealistic in a practical sense, the fact that these gradients are observed in areas with surface- groundwater interaction should not be ignored. The results of this study also indicate that the quality of water level data quality is not only determined by hydrogeologic conditions but also the design of the monitoring well. The depth of the well screen from the water table, the length of the well screen and the diameter of the monitoring well are among the affecting factors.

Based on these striking results, one must adopt a skeptical attitude towards groundwater level data quality, and the hydrogeology community must be aware of this issue. In particular the reliability of measurements performed at monitoring wells with long screens is questionable. Finally, possible solutions to circumvent the effects of vertical head gradients are also addressed, and it is suggested under what conditions the measurements should be questioned.

**Keywords:** groundwater; monitoring wells; vertical hydraulic head gradient; modeling

#### **Değinilen belgeler**

- Elci A., Flach G.P., Molz F.J., 2003. Detrimental effects of natural vertical head gradients on chemical and water level measurements in observation wells: Identification and control. *J. Hydrology* 281, 70-81.
- Gefell, M.J., Thomas, G.M., Rossello, S.J., 1994. Maximum watertable drawdown at a fully-penetrating pumping well. *Ground Water* 32 (3), 411-419.
- Kao, C., Bouarfa, S., Zimmer, D., 2001. Steady state analysis of unsaturated flow above a shallow water-table aquifer drained by ditches. *Journal of Hydrology* 250 (1-4), 122-133.
- Shamsai, A., Narasimhan, T.N., 1991. A numerical investigation of free surface-seepage face relationship under steady state flow conditions. *Water Resources Research* 27, 409-421.