

## Silifke-Göksu Deltasında YüzeY Suyu-Yer Altı Suyu İlişkisinin Modellenmesi

Mehmet Eyyüp KAVŞUT<sup>1\*</sup>, Recep YURTAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Osmaniye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1940-9610>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3175-6567>

\*Sorumlu yazar: mehmeteyyupkavsut@osmaniye.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 07.03.2022

Kabul tarihi:20.06.2022

Online Yayınlanma: 12.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Göksu Deltası  
GSFLOW  
PRMS  
MODFLOW-2005

### ÖZ

YüzeY suyu ile yer altı suyu arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır ve bu ilişkinin modellenmesi pek de kolay olmayan bir süreçtir. Bu çalışmada, yüzeY suyu-yer altı suyu arasındaki ilişki Mersin İli Silifke İlçesine bağlı Göksu Deltası için modellenmiştir. Bunun için, Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar Kurumunun (USGS) geliştirdiği PRMS (Yağış-Akış Modelleme Sistemi) ile MODFLOW-2005'in (Modüler Yer Altı Suyu Akım Modeli) entegrasyonu ile oluşturulan GSFLOW (Yer Altı Suyu-YüzeY Suyu Akım Modeli) kullanılmıştır. Modelin kalibrasyonu yapılırken öncelikle PRMS ve MODFLOW-2005 kalibre edilmiş, daha sonra GSFLOW'un kalibrasyonu yapılmıştır. MODFLOW-2005'in kalibrasyonu, arazide ölçülen yer altı su seviyeleri ile modelleme sonucu elde edilen seviyeler karşılaştırılarak yapılmıştır. Bunun için bir yıl boyunca, sahada tespit edilen on sekiz kuyuda aylık olarak statik yer altı su seviyeleri ölçülmüştür. Yatay ve düşey hidrolik iletkenlikler kalibrasyon parametresi olarak kullanılmıştır. Çalışma ile Göksu Deltasının yüzeY suları ile yer altı suyu arasında daimî ve değişken bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

## Modeling of Surface Water-Ground Water Relationship in Silifke-Göksu Deltaic Plane

### Research Article

#### Article History:

Received: 07.03.2022

Accepted: 20.06.2022

Published online: 12.12.2022

#### Keywords:

Göksu Deltaic Plane  
GSFLOW  
PRMS  
MODFLOW-2005

### ABSTRACT

The relationship between surface water and groundwater is quite complex and modeling this relationship is not an easy process. In this study, the relationship between surface water and groundwater was modeled for the Göksu Deltaic Plain. For this purpose, the Groundwater-Surface Water Flow Model (GSFLOW), which was created by the integration of the Precipitation-Flow Modeling System (PRMS) and the Modular Groundwater Flow Model (MODFLOW-2005) developed by the United States Geological Survey (USGS), was used. While calibrating the model, firstly PRMS and MODFLOW-2005 were calibrated, and then GSFLOW was calibrated. The calibration of MODFLOW-2005 was made by comparing groundwater levels measured in the field with the levels obtained by the model. For this, static groundwater levels were measured monthly for one year in eighteen wells determined in the field. Horizontal and vertical hydraulic conductivities were used as calibration parameters. As a result of the study, it has been concluded that there is a constant and variable relationship between surface water and groundwater.

**To Cite:** Kavşut ME., Yurtal R. Silifke-Göksu Deltasında YüzeY Suyu-Yer Altı Suyu İlişkisinin Modellenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2022; 5(3): 1567-1578.

## 1. Giriş

Yüzey ve yer altı suları karşılıklı olarak daimî bir ilişki halindedir. Bu ilişki doğada farklı biçimlerde oluşabilmektedir. Örneğin; yer altı sularının yüzey sularını su ve çözünmüş maddelerle desteklemesine sıkça rastlanırken, yüzey sularının yer altı suyunun temel kaynaklarından biri olduğu ve kalitesinde önemli değişikliklere yol açtığı da bir gerçektir. Dolayısıyla, etkili arazi ve su yönetimi politikaları için yüzey suyu-yer altı suyu ilişkisinin doğru ve açık bir biçimde belirlenmesi gerekir.

Yüzey suyu-yer altı suyu ilişkisi kompleks bir yapıdadır ve bu ilişkiyi sayısal olarak modelleyebilmek zorlu bir süreçtir. Dolayısıyla iki sistem çoğunlukla birbirinden bağımsız çalışılmış ve hidrolojik modeller yüzey veya yer altı sularından sadece birine odaklanarak geliştirilmiştir. Ancak 2000'lerin başından itibaren yüzey suyu-yer altı suyu ilişkisini daha gerçekçi bir şekilde belirleyebilmek için iki sistemi eş zamanlı olarak modelleyebilen yazılımlar geliştirilmeye başlanmıştır (VanderKwaak ve Loague, 2001; Panday ve Huyakorn, 2004; Kollet ve Maxwell, 2006; Jones ve ark., 2008).

ABD Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS) tarafından geliştirilen GSFLOW (Markstrom ve ark., 2008), Yağış-Akış Modelleme Sistemi PRMS (Leavesley ve ark., 1983) ile Modüler Yer Altı Suyu Akım Modeli MODFLOW-2005'in (Harbaugh, 2005) entegrasyonu ile oluşturulan bir yer altı suyu-yüzey suyu akım modelidir.

Bu çalışmada nehir, sulak alan, lagün, sulama ve drenaj kanalları gibi yüzey sularını ihtiva eden Göksu Deltasında, yüzey suları ile yer altı suyu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu ilişkiyi modellemek için çalışma alanının iklim koşulları, hidrolojik durumu, arazi kullanımı ve jeolojisi gibi havzaya has bazı özellikler dikkate alınarak GSFLOW akım modeli oluşturulmuştur.

## 2. Materyal ve Metot

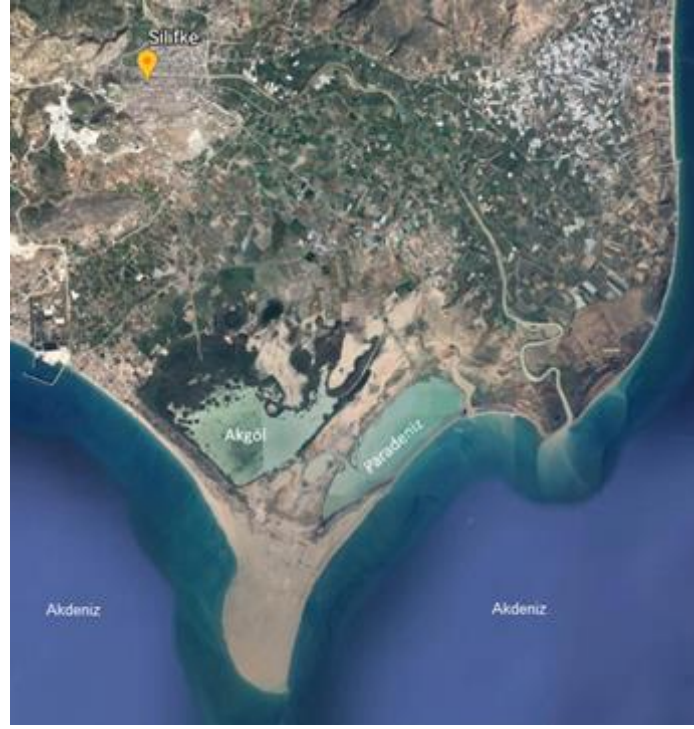
### 2.1. Çalışma Alanı

Göksu Deltası Türkiye'nin Akdeniz ile bulunduğu güney kenarında, Mersin İline bağlı Silifke İlçesinde bulunan, Silifke-Taşucu arasında Göksu Nehrinin Akdeniz'e açıldığı bölgede, alüvyonca oldukça zengin bir kıyı ovasıdır (Şekil 1). Nehrin sağ sahilinde iki lagün gölü Akgöl ve Paradeniz yer almaktadır. 155 km<sup>2</sup> toplam alana sahip Göksu Deltası'nın 138 km<sup>2</sup>'lik kısmı kara yüzeyi, 17,3 km<sup>2</sup>'lik kısmı ise su yüzeyinden oluşmaktadır. Rakım delta boyunca 0 ile 5 m arasında değişmektedir (ÖÇK, 2009).

Deltanın merkezinde ve kuzey bölümünde Devlet Su İşlerine bağlı sulama ve drenaj kanalları yer almaktadır. Göksu Nehrinden sulama için alınan suların bir kısmı drenaj kanallarıyla deltanın güneyindeki Akgöl ve Paradeniz'e iletilmektedir. Akgöl'ün yüzey alanı yaklaşık 800 hektar olup, çoğunlukla tatlı ile hafif tuzlu su arasında bir kaliteye sahiptir. Paradeniz'in yüzey alanı ise 602 hektar olup, su kalitesi genellikle hafif tuzlu ve tuzlu arasındadır (Haar ve Heunks, 1992). Bu iki lagün gölü yapay bir kanal vasıtasıyla birbirine bağlanmaktadır.

Akgöl'e iletilen drenaj suyu, sulama sisteminin iki kanalından ve bazı küçük kanallardan girerek oradan Paradeniz'e doğru akar. Haziran-Ekim dönemi sulamanın en fazla yapıldığı zaman periyodu olma-

sından dolayı Akgöl'deki su da en üst seviyelerine çıkmaktadır. Akgöl ve Paradeniz'in su bütçesi (Manley, 1997) tarafından hesaplanmıştır (Tablo 1).



Şekil 1. Göksu Deltası. Google Earth'ten değiştirilerek alınmıştır (URL-1, 2022)

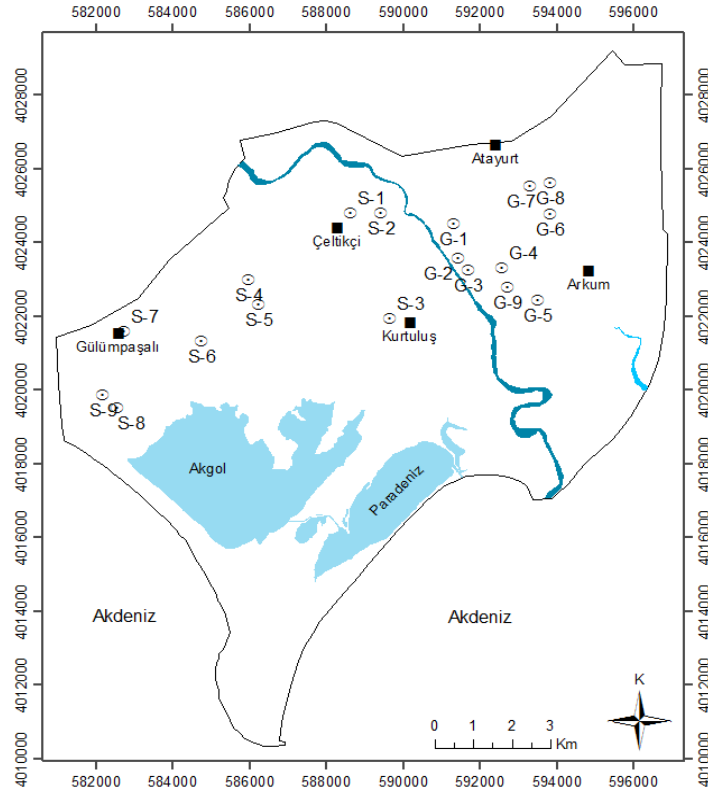
Tablo 1'de görüldüğü üzere Akgöl'ün birincil su kaynağı drenaj kanallarıdır. Su çıkışına sebep olan en önemli etkenin buharlaşma olduğu görülmektedir. Bununla beraber, yaz mevsiminde buharlaşmanın artmasıyla su seviyesindeki düşüş Paradeniz'den de su girişine neden olmaktadır.

Tablo 1. Akgöl ve Paradeniz su bütçeleri (Manley, 1997)

Akgöl		Paradeniz	
<b>Giren Sular</b>	<b>%</b>	<b>Giren Sular</b>	<b>%</b>
Yağmur	18	Yağmur	12
Drenaj kanallarından gelen su	82	Drenaj kanallarından gelen su	38
Yer altı suyu	0	Yer altı suyu	0
		Akgöl'den giriş	50
<b>Çıkan Sular</b>	<b>%</b>	<b>Çıkan Sular</b>	<b>%</b>
Buharlaşma	71	Buharlaşma	41
Paradeniz'e akış	29	Akdeniz'e akış	59

## 2.2. Yer Altı Suyu Gözlem Kuyuları

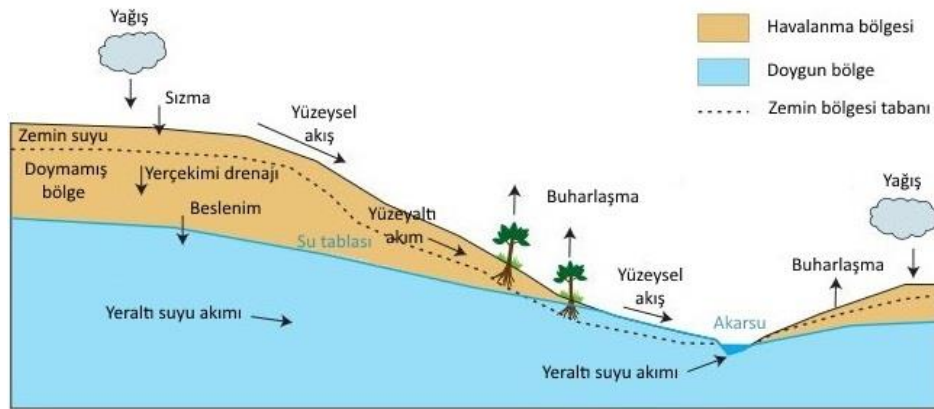
Kalibrasyon periyodunda kullanmak üzere, sahada ulaşılabirlik yönünden uygun olan 18 adet gözlem kuyusunda yer altı su seviyeleri ölçülmüştür. Kuyuların dağılımı Şekil 2'de görülmektedir. Ölçümler 2012 su yılı boyunca her ayın son haftasında yapılmıştır.



Şekil 2. Gözlem kuyularının arazideki dağılımı

### 2.3. GSFLOW Akım Modeli

GSFLOW, Şekil 3'te şematik olarak dağılımı gösterilen yüzey ve yer altı sularını eş zamanlı olarak modelleyebilen birleşik bir akım modelidir. Modelin parametreleri, PRMS ve MODFLOW-2005'in birbiriyle entegre olabilmesi için bu iki modeldeki parametrelerin değiştirilmesiyle oluşturulmuştur.



Şekil 3. Yüzeysel ve yer altı sularının dağılımı (Markstrom ve ark., 2008'den uyarlanmıştır)

Kurulan modelde girdi verisi olarak, 1970-2013 yıllarına ait günlük toplam yağış, en yüksek ve en düşük sıcaklıklar ile toplam buharlaşma gibi iklim parametreleri, günlük ortalama akımlar, mekân verisi olarak sayısal yükseklik modeli (SYM), toprak litolojisi ve arazi kullanım haritaları ile 2012 su yılına ait statik yer altı su seviyeleri kullanılmıştır.

#### 2.4. Modelin Kalibrasyonu

GSFLOW kalibre edilirken, önce PRMS ve MODFLOW-2005 akım modelleri bağımsız olarak kalibre edilmiş, sonrasında GSFLOW'un kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon işleminin ardından modelin tahmin kabiliyetini göstermek ve uygulanabilir olduğunu teyit etmek için doğrulama işlemi yapılmıştır.

PRMS, ölçülen verilerin birbiriyle çakışmayan üç farklı dönemi için modelin hazırlık, kalibrasyon ve doğrulama aşamalarında kullanılmak üzere ayırık örnek yaklaşımıyla (split sample approach) kalibre edilmiştir. 1971-1973 su yılları arasındaki veriler modele ait bazı parametrelerin iyileştirilmesi, 1974-1997 su yılları arasındaki veriler kalibrasyon için kullanılmıştır. Doğrulama için 1998-2013 su yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Kalibrasyon, modellenen ve arazide ölçülen akımlar arasında kabul edilebilir bir yakınsamaya ulaşana kadar akımı etkileyen bazı parametrelerin ayarlanmasıyla yapılmıştır.

Nash-Sutcliffe Etkinlik Katsayısı (NSE), ölçülen ve modellenen hidrograflar arasındaki uyumu değerlendirmek için kullanılmıştır. Hidrolojik modellerin tahmin kabiliyetini ölçmek için kullanılan NSE katsayısı (Nash ve Sutcliffe, 1970) aşağıdaki eşitlik ile verilmektedir:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{o_i} - Q_{s_i})^2}{(Q_{o_i} - \overline{Q_o})^2} \quad (1)$$

Burada  $n$  toplam gözlem sayısını temsil eder.  $Q_{o_i}$  gözlenmiş  $i$ 'inci akım,  $Q_{s_i}$  modellenen  $i$ 'inci akım,  $\overline{Q_o}$  ise gözlenen akımların ortalama değeridir.

NSE katsayısı  $-\infty$  ile 1 arasında değer alabilir. Sıfırdan küçük olması gözlenen ortalama akımların model ile elde edilenlerden daha iyi tahmin edici olduğunu ifade eder. Bire eşit olması, model ile elde edilen ve gözlenen veriler arasında çok iyi bir uyum olduğu anlamına gelir. Sıfır ile bir arasında olması model sonuçlarının makul bir seviyede olduğunu göstermektedir (Krause ve ark., 2005).

MODFLOW-2005'in kalibrasyonu, model ile hesaplanan yer altı su seviyeleri ile arazide ölçülen seviyelerin karşılaştırılmasıyla yapılmıştır. Bu seviyeler arasındaki farkı en aza indirmek kalibrasyonun esas amacını oluşturmaktadır. Yatay ve düşey hidrolik iletkenlikler kalibrasyon parametresi olarak kullanılmıştır. Modelin performansını tespit etmek için korelasyon katsayısı, NSE katsayısı, hata karelerinin ortalamasının karekökü (HKOK) ve ortalama hata (OH) gibi istatistik ölçütler kullanılmıştır.

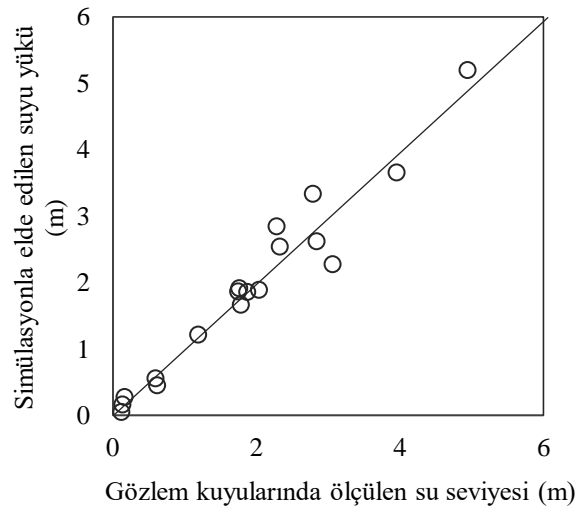
GSFLOW, PRMS ve MODFLOW-2005'te kalibre edilmiş çoğu parametre değiştirilmeksizin akımı etkileyen bazı parametrelerin izin verilen aralıklarda değiştirilmesiyle kalibre edilmiştir.

Doğrulama işlemi 1998-2013 su yıllarını kapsayan dönemde, modelin tahmin gücünü belirlemek için yapılmıştır. Bu aşamada, bağımsız veriler kullanarak model parametrelerinde değişikliğe gitmeden sadece kalibre edilmiş model çalıştırılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Kalibrasyon Sonuçları

PRMS modeli için kalibrasyon periyodunda elde edilen NSE katsayısı 0,82, doğrulama periyodunda ise 0,77'dir. 12 ay boyunca kuyularda yapılan yer altı su seviyesi ölçümlerinde, seviyelerin 0,12 m ile 4,95 m arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Kalibre edilen MODFLOW-2005, 0,95 korelasyon ile ölçülen ve model ile elde edilen seviyelerin uyumlu olduğunu göstermiştir (Şekil 4). Model tarafından hesaplanan yer altı su seviyeleri ile arazide ölçülen seviyelerin 0,79 m ile -0,54 m arasında değiştiği gözlemlenmiştir. OH 0,001 m, HKOK 0,31 m, NSE katsayısı ise 0,95 olarak elde edilmiştir.



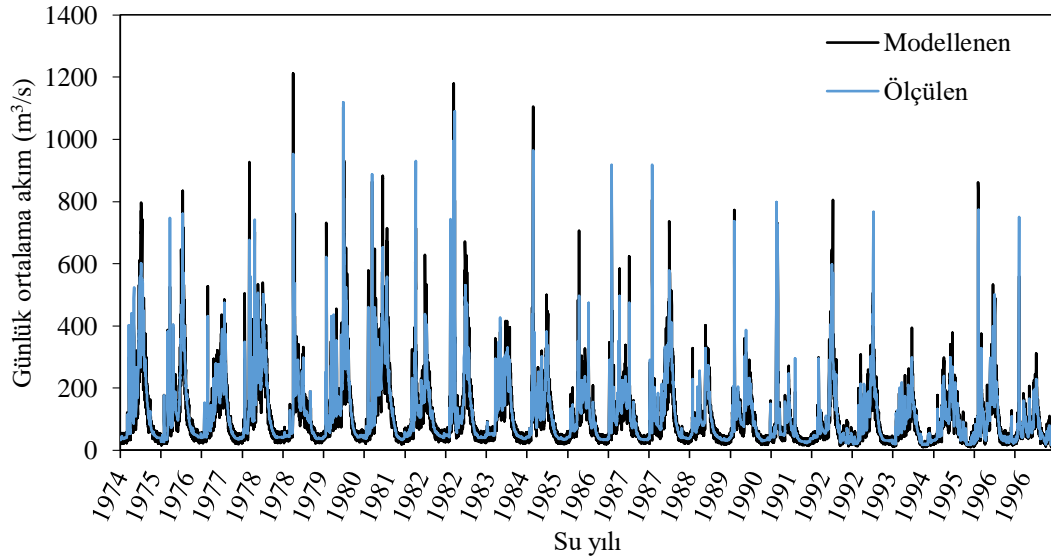
Şekil 4. Ölçülen ve modellenen su seviyelerine ait saçılma diyagramı

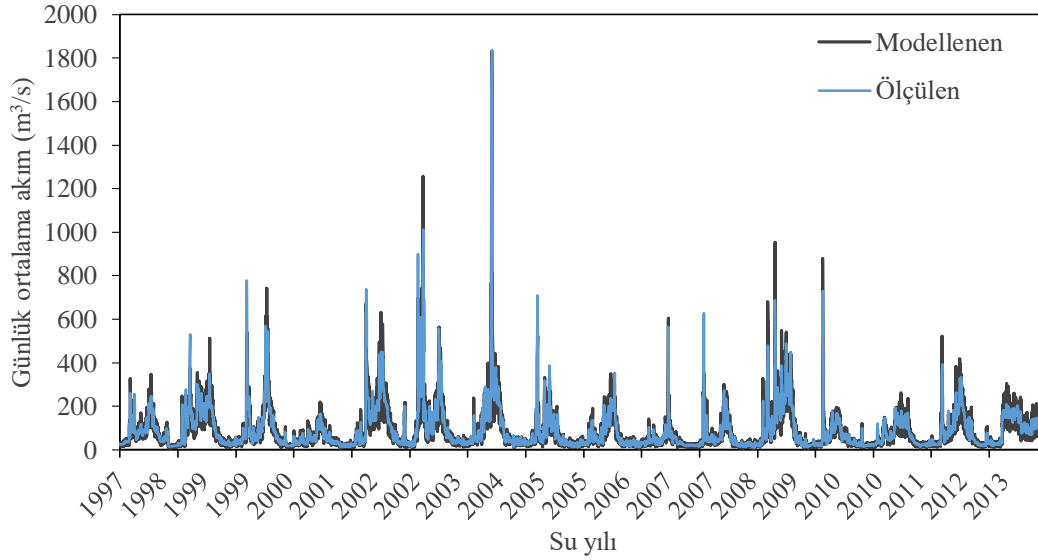
Kalibrasyon işlemlerine Çobaner (2009) tarafından bölgede yapılan çalışmalar sonucu elde edilen hidrolik iletkenlikler kullanılarak başlanmıştır. 20 tabakada modellenen akifer, belirlenen farklı hidrolik iletkenlik bölgelerine göre kalibre edilmiş, buna göre hidrolik iletkenlikler elde edilmiştir (Tablo 2).

Şekil 5 ve Şekil 6 sırasıyla GSFLOW modelinin kalibrasyon ve doğrulama periyotları için ölçülen ve modellenen günlük ortalama akımları göstermektedir. Kalibrasyon periyodunda NSE katsayısı 0,88, doğrulama periyodunda 0,84 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 2.** Kalibre edilmiş hidrolik iletkenlikler

Tabaka	Bölge	Kalibre edilmiş değerler	
		Kx=Ky (m/gün)	Kz (m/gün)
1,4,6,7	1	100	0,035
	2	88	0,027
	3	91	0,006
	4	145	0,002
2,3,5	1	100	0,035
	2	88	0,027
	3	91	0,006
	4	145	0,002
	14	0,0002	0,00002
8	1	100	0,035
	5	85	0,018
	6	82	0,006
	7	63	0,001
	9	0,1	0,0001
9-20	1	100	0,035
	5	85	0,018
	6	82	0,006
	7	63	0,001

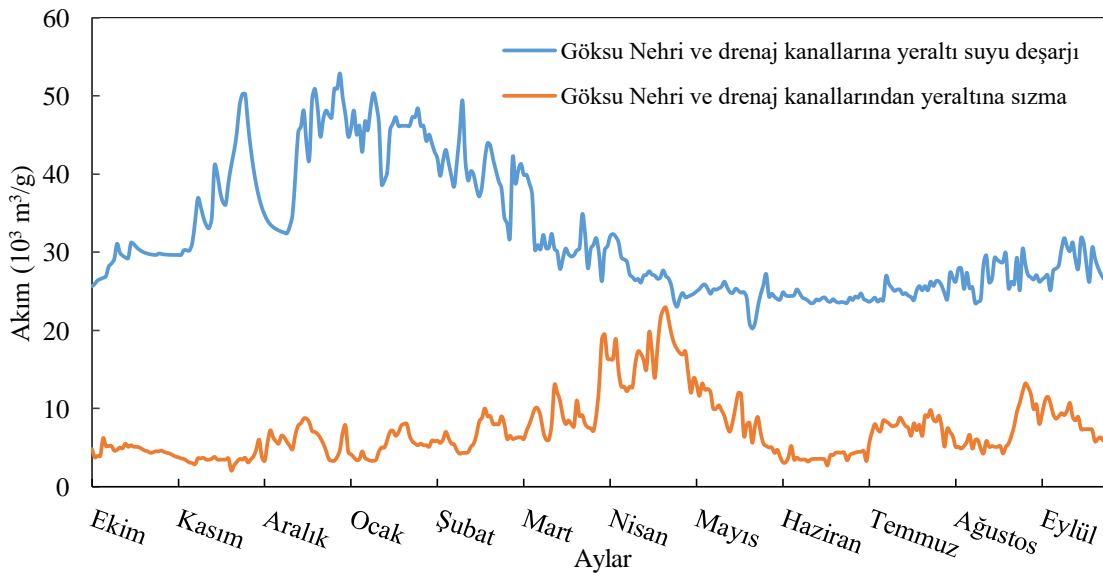
**Şekil 5.** Modellenen ve ölçülen günlük ortalama akımlar (GSFLOW kalibrasyon periyodu)



Şekil 6. Modellenen ve ölçülen günlük ortalama akımlar (GSFLOW doğrulama periyodu)

### 3.2. Yer Altı Suyu-Göksu Nehri ve Drenaj Kanalları İlişkisi

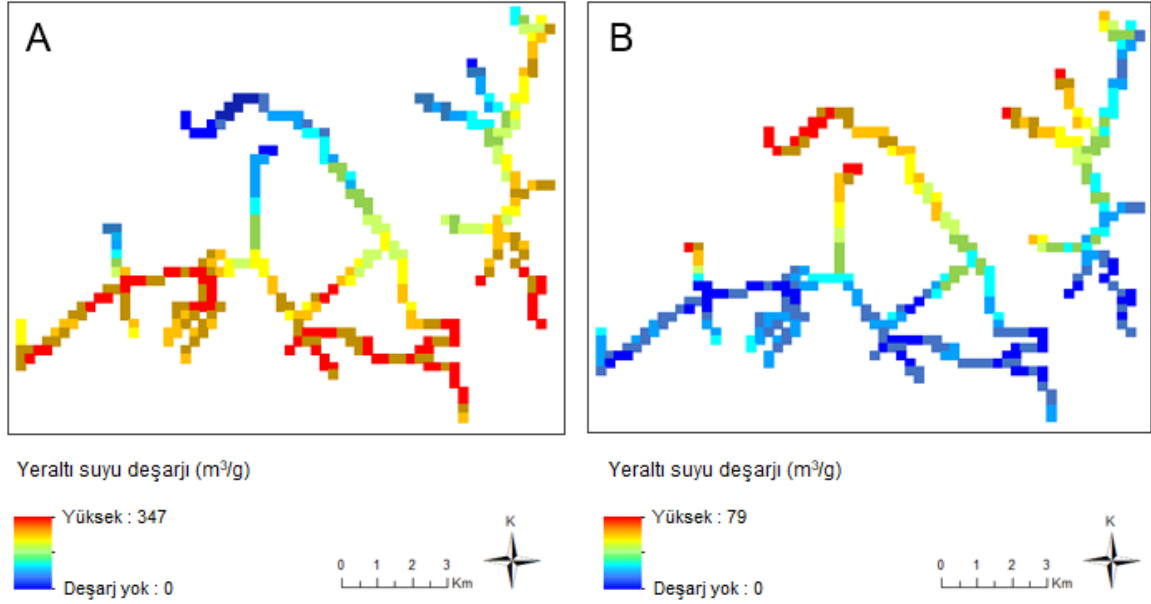
Göksu Nehri ile drenaj kanalları mevsimsel farklılıklar olmak üzere yer altı suyunu beslemektedir. Benzer şekilde yer altı suyu deltanın çeşitli bölgelerinde ve farklı oranlarda nehri ve kanalları beslemektedir. Yağışın en düşük olduğu 1991 su yılı için hesaplanan akımlar Şekil 7’de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi Göksu Nehri ve drenaj kanallarına yer altı suyu deşarjı kışın en yüksek seviyelere ulaşırken, yazın en düşük seviyelere inmektedir. Nehir ve kanallardan yer altına sızan su bahar mevsiminde artmıştır. Bunun sebebinin Toroslardan eriyip gelen kar sularının da etkisiyle Göksu Nehri debisindeki artış olduğu düşünülmektedir. Şekil 7’ye göre yer altı suyu deşarjının sızma miktarından yüksek olması, nehir ve kanallar çevresinde yer altı su seviyesinin genellikle nehirdeki su seviyesinin üzerinde olduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Göksu Nehri ve drenaj kanalları-yer altı suyu ilişkisi (1991 su yılı)



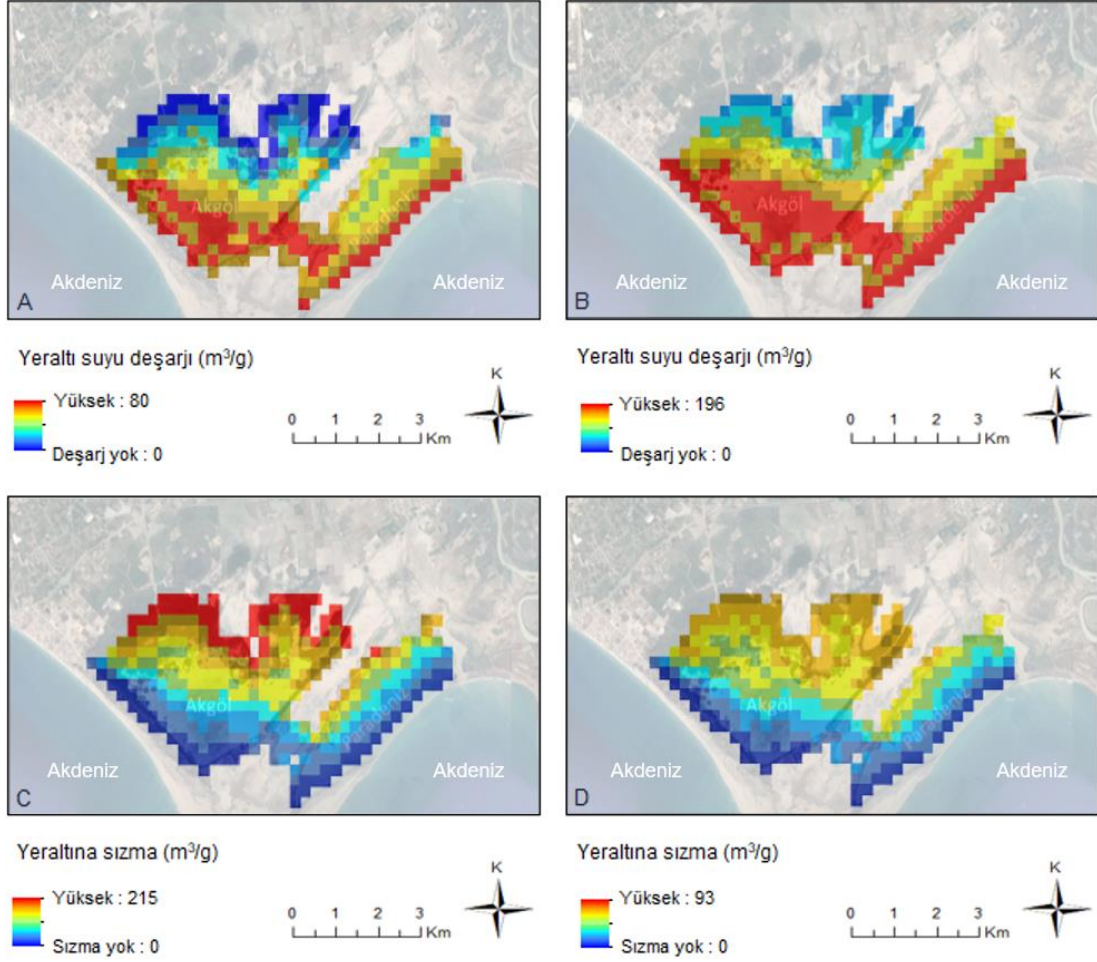
Modelleme sonucunda yer altı suyu ile nehir-kanal ilişkisinin delta boyunca değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. 1991 yılı temmuz ayına ait akımlar Şekil 8’de gösterilmiştir. Deltanın neredeyse tamamında farklı oranlarda etkileşim söz konusudur. Göksu Nehri ve drenaj kanallarını besleyen yer altı suyunun deltanın güney ve güney batısında fazla, kuzey kesimlerinde ise daha az olduğu görülmektedir (Şekil 8A). Nehir ve kanallardan yer altına sızan su deltanın kuzeyine doğru artmakta, güney ve doğu kesimlerinde ise azalmaktadır (Şekil 8B).



Şekil 8. Nehir ve kanallar boyunca; yer altı suyu deşarjı (A), yer altına sızma (B)

### 3.3. Lagün-Yer Altı Suyu İlişkisi

Yer altı suyu ile Akgöl ve Paradeniz arasında tüm yıl süren değişken bir etkileşim söz konusudur. İlkbaharda sulama kanallarına bırakılan suyun artmasıyla, birincil kaynağı drenaj kanalları olan Akgöl ve Paradeniz’deki su seviyesi de yükselmektedir. Dolayısıyla lagünlerden yer altına sızan su miktarı da artmaktadır (Şekil 9C). Kış mevsiminde ise lagünlerdeki suyun azalması ve yer altı su seviyesinin yükselmesine bağlı olarak yer altına sızan su azalmaktadır (Şekil 9D). Yaz aylarında hem mevsimsel hem de kaçak kullanımların etkisiyle yer altı su seviyesi düşmektedir. Bununla birlikte, yaz aylarının lagünlerdeki suyun en fazla olduğu dönem olmasından dolayı yer altı suyu deşarjı (Şekil 9A) kış mevsimine oranla çok daha düşüktür (Şekil 9B).



Şekil 9. Lagün-yer altı suyu ilişkisi; (A ve C Temmuz 1991), (B ve D Ocak 1991).

#### 4. Sonuç

Yer altı suyu-yer üstü suyu etkileşimini daha güvenilir bir şekilde tespit edebilmek için son çeyrek yüzyılda eş zamanlı modellemeye imkân tanıyan uygulamalar geliştirilmiştir. Bu çalışmada USGS tarafından geliştirilen GSFLOW birleşik akım modeli, içerisinde çeşitli yer üstü sularını barındıran Göksu Deltasında, yer altı suyu-yer üstü suyu etkileşiminin araştırılması amacıyla kullanılmıştır.

Modelin kalibrasyon sonuçlarına bakıldığında hem PRMS hem de GSFLOW'un, kalibrasyon periyodunda doğrulama periyoduna göre daha iyi performans gösterdiği anlaşılmaktadır. MODFLOW-2005 modelinde, hesaplanan yer altı su seviyeleri ile arazide ölçülen seviyeler arasında 1 metrenin altında bir fark olması, sonuçların uyumlu olduğunu göstermektedir.

Göksu Nehri ile yer altı suyu ilişkisine bakıldığında, yılın farklı dönemlerinde farklı miktarlarda olmak üzere sürekli bir etkileşim olduğu anlaşılmaktadır. Çoğunlukla deltanın kuzeyinde Göksu Nehri ve drenaj kanallarından yer altı suyuna doğru bir hareket görülmekte, güney kesimlerinde ise yer altı suyunun nehir ve kanallarını beslediği anlaşılmaktadır.

Akgöl ve Paradeniz Lagünlerinde de Göksu Nehri-yer altı suyu ilişkisine benzer şekilde lagünler ile yer altı suyu arasında sürekli ve dinamik bir etkileşim olduğu gözlenmiştir. Yazın sulama kanallarına bırakılan suyun artmasıyla su seviyeleri yükselen lagünler özellikle kuzey kesimlerinde yer altı suyunu

beslemekte, kışın ise orta ve güney kesimlerinde daha yoğun olmakla beraber benzer oranlarda yer altı suyundan beslenmektedir.

### **Teşekkür**

Bu çalışmayı MMF2012D11 proje numarası ile destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.

### **Kaynakça**

- Çobaner M. Kıyı akiferlerinde tuzlu su girişiminin üç boyutlu simülasyonu: Göksu Deltası örneği. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, 2009.
- Haar BLH., Heunks E. Use it or loose it: A hydrological inventorisation of the Goksu Delta, Turkey. Interfaculty of Environmental Studies, State University of Utrecht, 1992.
- Harbaugh AW. MODFLOW-2005, The U.S. geological survey modular ground-water model-the ground-water flow process. U.S. Geological Survey Techniques and Methods 2005; 6-A16.
- Jones JP., Sudicky EA., McLaren RG. Application of a fully-integrated surface-subsurface flow model at the watershed-scale: A case study. Water Resources Research 2008; 44(3): 1-13.
- Kollet SJ., Maxwell RM. Integrated surface-groundwater flow modeling: A freesurface overland flow boundary condition in a parallel groundwater flow model. Advances in Water Resources 2006; 29(7): 945-958.
- Krause P., Boyle DP., Bäse F. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. Advances in Geosciences 2005; 5: 89-97.
- Leavesley GH., Lichty RW., Troutman BM., Saindon LG. Precipitation-runoff modeling system: User's manual. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 1983; 83-4238, 207s.
- Manley RE. Interim report on the hydrological study. In: Integrating Development and Conservation in the Goksu Delta. The Society for The Protection of Nature, Istanbul, Turkey, 1997.
- Markstrom SL., Niswonger RG., Regan RS., Prudic DE., Barlow PM. GSFLOW-coupled ground-water and surface-water flow model based on the integration of the precipitation-runoff modeling system (PRMS) and the modular ground-water flow model (MODFLOW-2005). U.S. Geological Survey Techniques and Methods 2008; 6-D1, 240s.

- Nash JE., Sutcliffe JV. River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles. *Journal of Hydrology* 1970; 10: 282–290.
- ÖÇK. Göksu Deltası özel çevre koruma bölgesi II. dönem yönetim planı. Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Ankara, 2009.
- Panday S., Huyakorn PS. A fully coupled physically-based spatially-distributed model for evaluating surface/subsurface flow. *Advances in Water Resources* 2004; 27(4): 361-382.
- URL-1. <https://earth.google.com/web/@36.31266946,34.00258652,-8.36955973a,47544.33342779d,35y,0h,0t,0r>  
(Erişim tarihi 03.03.2022)
- VanderKwaak JE., Loague K. Hydrologic-response simulations for the R-5 catchment with a comprehensive physics-based model. *Water Resources Research* 2001; 37: 999-1013.