

Akarçay Kuzey Alt Havzası Yeraltı Suyu Modellemesi

Emin Hökelekli^a ve Yılmaz İağa^b

^aAfyon Kocatepe Üniversitesi, BMYO, İnşaat Tek. Böl., 03300, Afyonkarahisar/TÜRKİYE,

^bAfyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, 03200 Afyonkarahisar/TÜRKİYE
e-posta: ehokelekli@aku.edu.tr, yicaga@hotmail.com

Geliş Tarihi:02 Nisan 2011; Kabul Tarihi:15 Haziran 2011

Özet

Bu alışma Afyonkarahisar sınırları içerisinde bulunan ve doğudan Konya sınırlarına girmekte olan Akarçay havzasının, Bolvadin, ay, obanlar, İşcehisar, İhsaniye, Bolvadin-Eber gölü sınırları ve Akarçay nehrinin kuzeyinde yer alan bölgelerini kapsayan Akarçay havzası akiferine ait yeraltı suyu akım modellemesi, Groundwater Modeling System (GMS) programında oluşturulmuştur. Model alışması sonlu farklar yöntemiyle ve kararlı akım varsayımı ile 2002 yılı kuyu logları, kuyu koordinatı, akifer sınırı, topografik yükseklikler, akarsu yatağı, hidrolik parametre verileri derlenerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma ile yeraltı su bütçesi hesaplanabilmektedir. Havzanın istenilen yerinden kesit alınarak, o bölgedeki su seviyesinin zemin yüzeyine olan uzaklığı hesaplandığı gibi şekil olarak da görülebilmektedir. Elde edilen sonuçların, havzadaki yeraltı su bütçesi hakkında bilgi edinilmesinde faydalı olacağı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akarçay Havzası, Yeraltısuyu, Modelleme, GMS

Akarçay Northern Sub-Basin Groundwater Modeling

Abstract

This study comprises the Bolvadin, ay, obanlar, İşcehisar, İhsaniye, Bolvadin-Eber lake boundaries and northern regions of Akarçay basin that is in Afyonkarahisar and partially in the east of Konya. The model study had been actualize that with finite difference method and steady state flow assumption in 2002 years well logs, well coordinates, the aquifer boundary, topographical elevations, stream bed, hydraulic parameter data. In study the groundwater budget can be calculated. The water levels distance from ground surface is modeled numerically and visually with cross sectioning the basin. The results are expected to be helpful for ground water budget studies on the basin.

Key words : Akarçay Basin, Groundwater, Modeling, GMS

1. Giriş

Son yıllardaki hızlı nüfus artışına paralel olarak artan su talebine karşı uygun kaynak mevcudiyetinin azlığı ve gün geçtikçe gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak aşırı kullanım ve çeşitli kirlilik parametreleri nedeniyle ortaya çıkan sorunlar su kaynaklarının yönetimi için ciddi tedbirler alınması gerektiğinin önemini

arttırmıştır. Tüketim fazlalığı ve kirliliğin yüzeysel suların miktar olarak yetersiz kalmasına sebep olması yer altı suyunun kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Her geçen gün önemi artan yeraltı suyunun optimum şekilde kullanılabilmesi zaman ve konum açısından davranışının bilinmesini gerekli kılmakta, yeraltı suyu kaynaklarının iyi yönetilmesi açısından önem kazanmaktadır.

Su bütçesinden farklı olarak; tarımsal açıdan tedariki, zararlı ıslaklığın engellenmesi ve çorak arazinin faydalı duruma getirilmesi yönünden, maden ocaklarında çökme neticesinde kazalara yol açması, temellerde deformasyon oluşması, kapilarite sebebiyle sıva ve betona zararlı etki yapma, tünel ve yollardaki kazıların stabilitesini bozma gibi nedenlerden yeraltı suları ile yakından ilgilenilmektedirler. Bu sebeple, yeraltı sularından istenilen şekilde faydalanmak ve zararlarını da en aza indirebilmek için yeraltı suyunun davranışının iyi bilinmesi gerekmektedir (İçağa 2005).

Kapalı havza niteliğindeki Akarçay havzası, Türkiye'nin önemli havzalarından biridir. Sulanan arazi miktarındaki artış Akarçay havzasında yer altı suyu tüketiminin artmasına sebep olmuştur. Özellikle Afyon ovasında soğuk su akiferinden özellikle yaz aylarında sulama ve kullanma amaçlı olarak önemli miktarlarda su çekilmektedir (Atilla 2002).

Havzada yer altı suyu ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan Tezcan vd. (2002) CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve Matematiksel Modelleme yaklaşımlarını kullanarak hidrolojik sistemin tüm elemanlarını konum ve zamanın bir fonksiyonu olarak ele almış; yağış, buharlaşma, terleme, akış, süzölme parametreleri, kimyasal ve izotopik bütçe eşitlikleri ile yeni denklemler üreterek yer altı suyundaki değişimi hesaplamaya çalışmıştır. Havzada hidrojeolojik kapsamda 1998 yılında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 18. Bölge Müdürlüğüne Eber – Akşehir Hidroloji Revize Raporu, 1977 yılında Akarçay Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu hazırlanmıştır (DSİ, 1977 ve 1998). Yurtçu (2001), Akarçay havzası yeraltı su seviyesinin davranışını istatistik yaklaşım ile modellemeyi amaçlamıştır. alışmasında bağımlı değişken olarak debi, bağımsız değişken olarak da yeraltı su seviyesi, yağış ve buharlaşma parametrelerini kullanarak istatistiksel bir modelle yeraltı suyu davranışını belirlemiştir. Özlem (2002), yeraltı suyu kullanımının artan yoğunlukta gerçekleştiği ve

bunun sonucu olarak piyezometrik seviyede düşümler ve su kalitesinde bozulmalar olduğunu gözlemiştir. Bu koşullar altında ovada yoğun olarak çekimin artması sonucu meydana gelecek etkilerin öngörülmesi, ovadaki yeraltı suyu konumunun bugünkü durumunun ortaya konması amaca yönelik olarak, ovadaki yeraltı suyu akımı üç boyutlu sonlu farklar metoduyla benzeştirilmiştir. Benzeşim, sonuçlarında, özellikle çekimlerin 1976 yılından sonra önemli ölçüde arttığı, 1990 yılından sonra ise piyezometrik seviyelerdeki düşüş olduğuna dikkat çekmiştir. Piyezometrik seviyelerdeki bu düşümün ovanın bazı kesimlerinde 5 - 10 m olduğu belirlenmiştir, Bu koşullar altında ovada yer altı suyu kullanımının doğal hidrolik denge koşullarını bozmayacak şekilde düzenlenmesi ve kontrolsüz, çekimlerin durdurulması gerektiği sonucuna varmıştır. Acı (2006), Yapay Sinir Ağları yöntemini kullanarak bir akarsudaki akımların, o akarsuyun havzasındaki yağış ve önceki akım gözlemlerinden tahmin edilmesi amaçlamaktadır. Uygulama alanı olarak Akarçay havzası seçilmiştir. Havzada mevcut bulunan yağış gözlem istasyonlarının yerleşimi, gözlem aralığı gibi parametrelere bağlı olarak 4 tip model tasarlanmıştır. Modellemede edilen sonuçlar çok değişkenli regresyon analizi sonuçları ile kıyaslanmış ve bu kıyaslamaları çizelge ve grafik olarak sunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre yapay sinir ağlarının, yağış gözlemlerinden, akış tahmini problemine başarılı bir şekilde uygulanabileceği ve güvenli tahminler ürettiğini ortaya koymuştur.

Gerek yüzey gerekse yer altı suyu akımlarının modellenmesindeki genellikle ortaya çıkan amaç mevcut su miktarını ihtiyaçlar doğrultusunda optimum kullanarak su yetersizliği olması halinde ortaya çıkacak problemleri asgariye indirmektir. Bu alışmada, Akarçay havzası yeraltı suyu kullanımındaki belirsizliklerin giderilmesi, havzadaki yeraltı suyunun kontrol ve takip edilmesi, gelecekteki olası değişimlerinin izlenmesi, rezervin optimum kullanılması

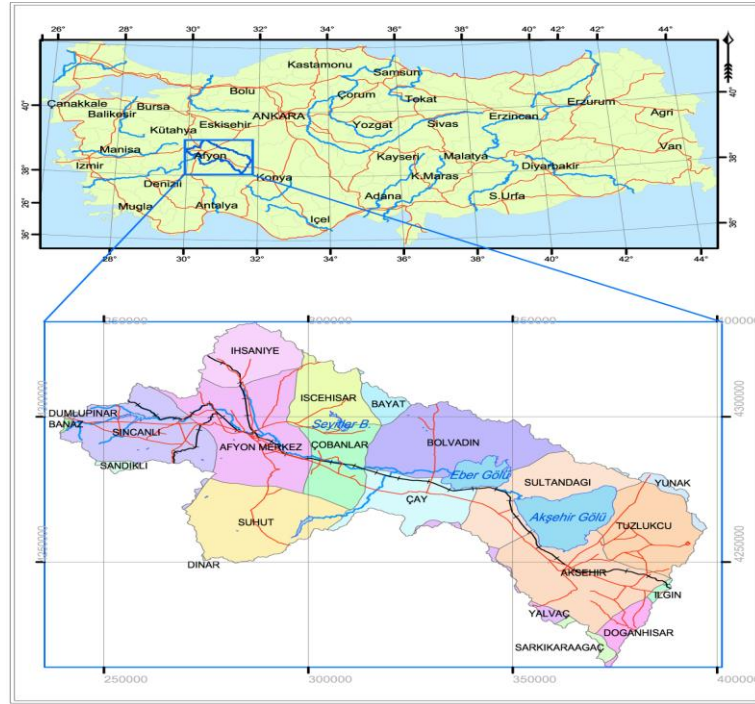
açısından yeraltı suyu modelleme çalışmasının faydalı olacağı düşüncesiyle GMS programı yardımıyla Akarçay Havzası Akiferi'ne ait model oluşturulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve metod

2.1. Akarçay Havzasının Tanıtılması

Akarçay havzası coğrafi konum olarak Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin kesişim noktalarında yer almakta olup, her üç bölge içerisinde de sınırları bulunmaktadır. Havzanın

geniş bir bölümü Ege bölgesinin İç Batı Anadolu bölümündedir. Havzanın önemli bir kesimi Afyonkarahisar il sınırları içerisinde olup, doğudan Konya sınırlarına girer. Havza yaklaşık 130 km uzunluğunda, 20 km genişliğinde bir çöküntü havzasıdır. İç Batı Anadolu eşiği üzerinde yer alan güneydoğu - kuzeybatı doğrultulu dağ dizilerinden en doğuda olan Emir ve Türkmen dağları havzayı kuzey doğudan, İlbudak Dağı kuzeybatıdan, Sultandağları güneydoğudan, Ahır ve Kumalar Dağı ise güneybatıdan sınırlamaktadır (Şekil 2.1) (Tezcan, 2002).



Şekil 2.1 Akarçay havzası yer bulduru haritası (Tezcan vd. 2002).

Akarçay Havzasında yer alan en önemli akarsular Akarçay ve Kali Çayıdır. Sincanlı Ovasının batısında çok sayıda gözden doğan, Akdeğirmen, Ayvalı, Balmahmut ve Köprülü istikametinden geçerek Afyon Ovasına ulaşan Aksu deresi ile İhsaniye Gazlıgöl tarafından doğup güneye doğru akan Afyon Akarı Afyon'un batısında buluşarak Akarçay nehrini oluşturur. Bu noktadan itibaren doğuya doğru akan Akarçay ile Şuhut Ovası'ndan doğarak

Selevir Barajı üzerinden kuzeydoğu istikametinde akan Kali Çayı birleşerek Çay'ın batısında Eber ve Akşehir göllerine ulaşır. Bu haliyle Akarçay Havzası kapalı bir havza oluşturmaktadır. Bu akarsular dışında havzanın güneydoğusunda Sultandağları'ndan kuzeye doğru akan Çay Deresi, Deresine Deresi, Dort Deresi ve Engili Dere Akşehir ve Eber göllerine yağışlı mevsimlerde su taşıyan diğer önemli akarsulardır (İçağa 2001).

2.2. GMS (Groundwater Modeling System)

GMS üç boyutlu karmaşık ve kapsamlı yeraltı suyu modellemesi yapabilme imkânı sağlayan alt programları bünyesinde bulunduran bir bilgisayar programıdır. GMS de yapılan modelleme bölgenin niteliklerini dikkate alır, modelin geliştirmesine, kalibrasyon ve görselleştirmeye olanak sağlar. GMS 2 boyutlu ve 3 boyutlu modellemelerde hem sonlu farklar hem de sonlu elemanlar yöntemlerini destekler. GMS programının en önemli özelliklerinden biri kavramsal modelleme yapabilme özelliğinin olmasıdır. Yeraltı suyu sisteminin hidrolik ve jeolojik durumlarının bir tasvirini kapsayan temsili bir gösterime kavramsal model denir. GMS programında bir kavramsal model tanımlanırken CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) objeleri kullanılır. Kavramsal modelde, sınır koşulları, kaynak ve besleme noktaları ve katmanların malzeme özellikleri tanımlanır. Model verisi, model oluşturmada kullanılan ızgara ve ızgara yüzeylerine otomatik olarak kavramsal model objeleri tanımlandıktan sonra aktarılır. Kavramsal model sayesinde karmaşık alanlar etkin ve basit bir biçimde modellenir. CBS modülü GMS içerisinde bulunmaktadır (İnt.Kay.1). Modelleme, programın alt paketi olan ve resim üzerinde modelleme imkânı sağlayan harita (Map) paketi kullanılmıştır. Akımın modellenmesi için ise MODFLOW paketi kullanılmıştır.

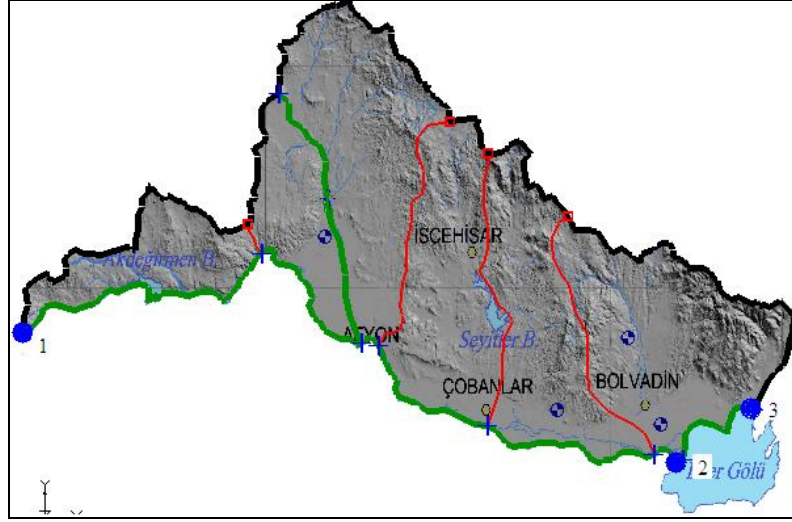
GMS programına aktarılan haritanın bulunduğu bölgenin kavramsal modelini oluşturmak için ilk adım olarak modellemenin yapılacağı bölgedeki hidrolik nesnelere temsil edecek noktalar, yaylar ve poligonlar oluşturulur. Bu noktalar, yaylar ve poligonların temsil ettiği hidrolojik nesnelere özelliklerine

bağlı olarak yükseklik, iletkenlik, iletimlilik vb. parametreler modellemedeki noktalara, yaylara ve poligonlara atanarak kavramsal model oluşturma işlemi tamamlanmış olur.

2.3. Veriler

Hidrolik ve hidrolojik veriler Tezcan vd.'den alınmıştır. Modelin sınır koşulları ve ızgara ağları oluşturulurken akiferin göl, nehir veya bir rezervuar ile doğrudan hidrolik ilişki içinde olduğu sınırlar sabit-belirlenmiş seviye sınırları olarak tanımlanmıştır. Modelde Akarçay nehrini temsil eden yaylar ve Eber gölü sınırlarına çizilen yaylar sabit yükseklik olarak tanımlanmıştır. Sabit yükseklik değeri için Akarçay nehri ve Eber gölü su kotu veri olarak kullanılmıştır. Akarçay havzasının kuzeyi drenaj hattını temsil eden yaylar akış olmayan sınırlar olarak tanımlanmıştır. Modellemede bölge sınırları içinde yer alan üç kuyu tanımlanmıştır.

Modellemede 62 adet Akarçay havzası arazi yüzeyi topoğrafik kotu ve 16 kuyu logu kullanılmıştır. Takriben 10 katmandan oluşan kuyu logları kullanılmıştır. Ayrıca, su çekimi yapılan 3 kuyu modelde kullanılmıştır. Modellemede kullanılan yatay hidrolik iletkenlik, alt katman ve üst katman için sabit değer girilerek transmisibilite değerleri program tarafından hesaplatılmıştır. Modeldeki alt ve üst katmanlara girilen yatay iletkenlik değeri, Akarçay havzası akiferi için Tezcan vd. tarafından hesaplanan ortalama yatay iletkenlik değeridir. Akarçay havzası hesaplanan hidrolik iletkenlik değerleri (K) 7.08 (m/g) ve İletimlilik Katsayısı (T) 550 (m²/g) alınmıştır (Şekil2.2).



Şekil 2.2 Kaynak ve besleme noktalarının programda gösterilişi.
Siyah çizgi havza sınırını, yeşil çizgi akarsu yatağını, kırmızı çizgiler kuru dere yataklarını
⊕ : gözlem kuyularını temsil etmektedir.

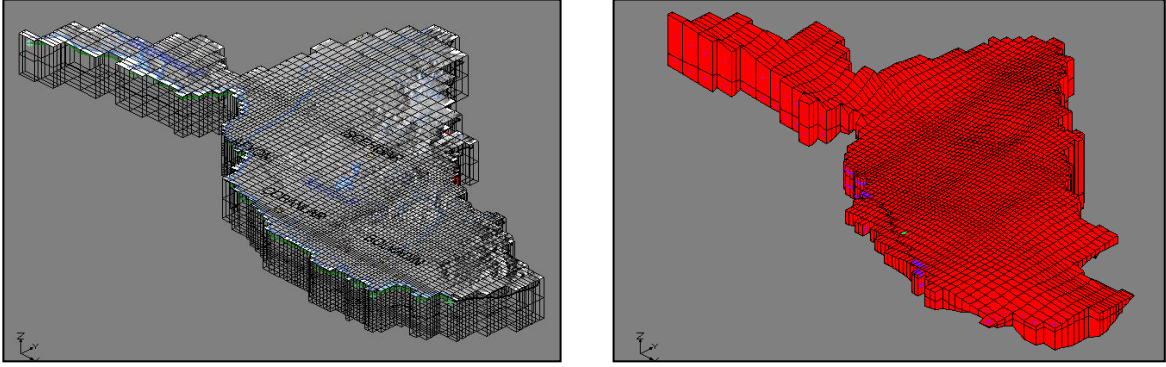
3. Uygulama

Akarçay havzası yeraltı suyu akiferinin üç boyutlu iki katmanlı olarak modellenmesi yapılmıştır. Kuyu loglarında takribi 10 adet olan katman sayısı katmanların geçirimsizlik açısından özellikleri birbirine yakın olanlar birleştirilerek 2 katmana indirgenmiştir. Üç boyutlu modelleme yapılırken katman sayısının bir fazlası yükseklik değeri girmek gerekmektedir. Modelimiz 1. katman (üst) ve 2. katman (alt) olmak üzere iki katman üzerine kurulduğundan kuyu loglarından derlenen toplam üç yükseklik (kot) değeri girilmiştir. Girilen bu değerlerden çalışma alanımız olan Akarçay havzasının zemin yüzeyi topografik kotları 1. katmanın üstünü tanımlamak için kullanılmıştır.

Modelleme için, yeraltı suyu beslenme miktarı, kuyularındaki ölçümler, kaynaklardaki debi ölçümleri ve yeraltı suyu kullanım miktarları veri olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan bu verilerden bazıları doğrudan program içerisindeki ilgili pencereler yardımıyla, bazıları da Excel programında ile GMS programına aktarılmışlardır.

Kavramsal modelleme yöntemini kullanarak sınırlar, kaynaklar ve besleme noktaları, Katman 1 ve Katman 2 oluşturularak ve bu kapsamlara önceden hazırlanmış olduğumuz kaynak ve besleme noktaları topografik kotları ve su kotları, kuyulardan çekilen su miktarı ve kuru dere yatakları topografik kotları gibi topografik ve hidrolik özellikler atanarak kapsam oluşturma işlemi tamamlandı. Yeraltı suyu modelimize üç boyut kazandırmak ve en önemlisi kavramsal modelimizi sayısal modele dönüştürüp analiz yaparak su bütçesini, su tablasını görmek için üç boyutlu ızgara tanımlamak gerekmektedir.

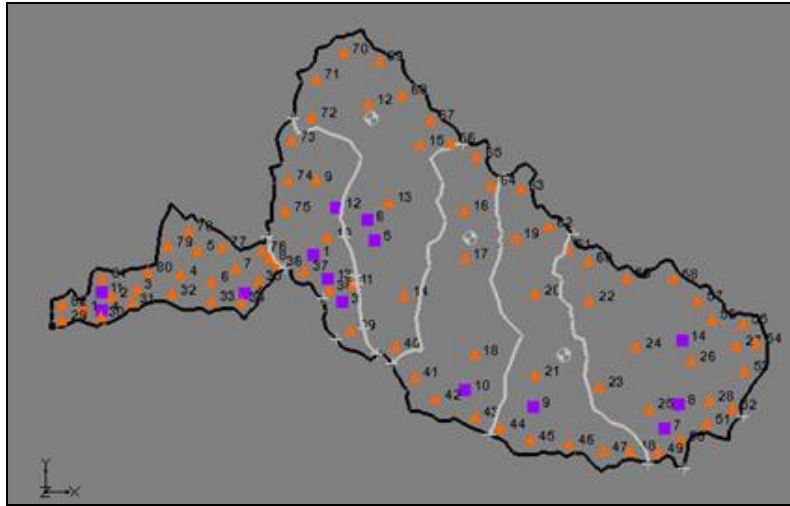
Katman yükseklikleri tanımlanmadığı zaman model arazideki gerçek şeklinde değil düz bir görünümde (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Modelin katman yükseklikleri eklenmeden önceki ve sonraki görünümü görünüşü

Bu değerlerin modeldeki üç boyutlu ızgaralara atama işlemi GMS programı tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Programda bu noktalar saçılma noktaları olarak isimlendirilmektedir (Şekil 3.2.). Saçılma noktaları ızgaraya eklendiğinde arazideki gerçek eğimine yakın bir görünüm elde edilmiş olur. Jeolojik ve hidrojeolojik yapıya bağlı olarak sınır koşulları ve hidrojeolojik parametreler

belirlendikten sonra, katman tipleri ve konumları ile diğer model parametreleri girilmiştir ve son olarak ızgara ağları oluşturulmuştur ve bu şekilde modelin kavramsal modelleme kısmı tamamlanarak modelin analizi yapılmıştır. Son olarak da analiz hataları düzeltilerek Akarçay havzasının yeraltı suyu modellemesi tamamlanmıştır.



Şekil 3.2. Saçılma noktalarının (2D scatter points) model üzerindeki dağılımı (Üçgen işaretli olan Akarçay havzası zemin yüzey kotlarını, kare işaretli olanlar ise modelin 1. katman ve 2. Katmanın alt kotlarını belirlemede kullanılan kuyu loglarını temsil etmektedir.

Nesne tabanlı tanımlanan modelden ızgara tabanlı sayısal modeline dönüştürmek için kavramsal model kullanıldı. Bu aşamada modelimizi tanımlarken kullandığımız veriler

artık sayısallaştırılarak modeldeki uygun hücrelere program tarafından hidrolik parametreler atanmıştır.

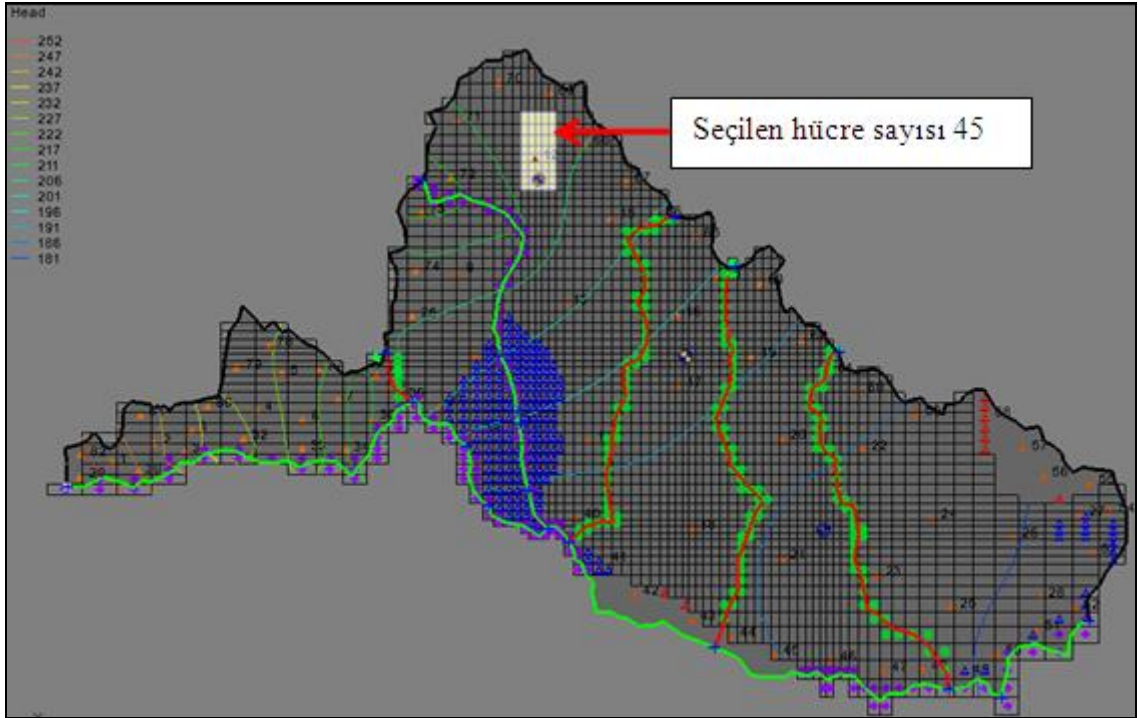
4. Bulgular

Yeraltı suyu modellemesi yaparken çalışma alanımızda tanımlanan ızgaralardaki hücrelerin tamamında meydana gelen akış bütçesi, analiz sonrası otomatik olarak oluşturulmuş olup bu değerler Akarçay havzasındaki çalışma alanımız sınırlarındaki akış bütçesinin temsil etmektedir.

Akım bütçesi menüsünde hücreler (cells) ve bölgeler (zones) başlığı altında modelimizdeki tüm hücrelerdeki ve modelimizin bütünündeki akış hakkında bilgiler verilmektedir. Çizelge 4.1 modeldeki tüm hücrelere ait su bütçesini verilmektedir. Kaynak/besleme noktalarından akifere giren akışlar (flow in), akiferden çıkan akışlar (flow out) başlıkları altında gösterilmiştir. Akarçay nehri ve Eber gölünde

akifere giren ve akiferden çıkan akış miktarı “constand head” başlığı altında verilmiştir. Model alanımızda bulunan kuyulardan çekilen yani akiferden alınan su miktarı “wells” başlığı altında verilmiştir. Toplam akışa baktığımızda giren ve çıkan akışların eşit olduğu görölmektedir ve bu değer “Total Sources/Sinks” başlığı altında verilmiştir. Bölge seçimi yapılmadığı için “Zone Flow” başlığı altındaki değerler sıfırdır.

Akım miktarlarını belirlemek istediğimiz bir bölgedeki hücreleri seçerek, seçim yapılan hücrelerdeki akış bütçesini izelge halinde görebiliriz (şekil 4.1 ve izelge 4.1). Belirli bir bölgedeki akış bütçesinin yanı sıra model alanındaki tüm akış bütçesini de görebiliriz (izelge 4.2).



şekil 4.1 Model üzerinde seçilen hücrelerin yerleri

Çizelge 4.1 Model üzerinde seçilen 45 hücreye ait akış bütçesi

Flow Budget		
Cells Zones		
Number of selected cells: 45		
	Flow In	Flow Out
Sources/Sinks		
Storage		
Constant heads	0.0	0.0
Drains	0.0	0.0
Drains (DRT)		
General heads		
Rivers		
Streams		
Streams (SFR2)		
Wells	0.0	-680.0
Recharge		
Evapotranspiration		
Evapotranspiration (ETS)		
Lake		
Total Source/Sink	0.0	-680.0
Zone Flow		
Top	0.0	0.0
Bottom	404.88379192352	-54.59344601631
Left	345.67425727844	0.0
Right	0.0	-146.4514751434
Back	3.3966488242149	-1.090217418969
Front	128.18404388428	0.0
Total Zone Flow	882.13874191046	-202.1351385787
TOTAL FLOW	882.13874191046	-882.1351385787
Summary		
	In - Out	% difference
Sources/Sinks	-680.0	Infinite
Cell To Cell	680.00360333174	77.085788326114
Total	0.0036033317447	0.0004084767592

Çizelge 4.1 de, modeldeki belirli bir bölgedeki akış bütçesi hakkındaki bilgiler zone flow başlığı altında verilmiştir. Burada seçili bölgemize üsten, alttan, sağdan, soldan, önden ve arkadan giren ve çıkan akış değerleri verilmektedir. Bölgesel seçim

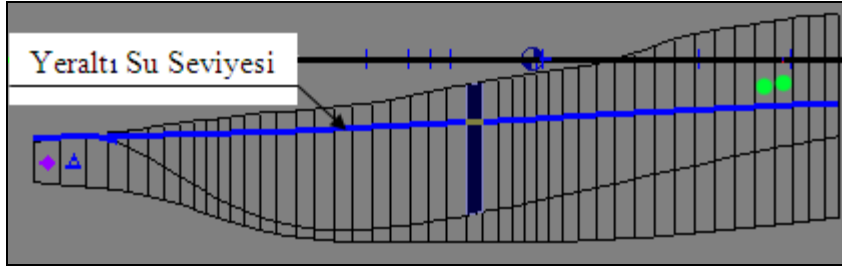
yapılsa da toplam giren ve çıkan akışın birbirine eşit olduğu "TOTAL FLOW" satırında görülmektedir. Seçili alanımızdaki hücreden hücreye olan akışlar "Cell to Cell" satırında verilmiştir.

Çizelge 4.2 Modeldeki tüm bölgelere ait akış bütçesi.

Budget Tem	Flow (m ³ /d)
Flow Budget for All Zones	
IN:	
Constant heads	16063.294034421
Drains	0.0
Wells	0.0
Total IN	16063.294034421
OUT:	
Constant heads	12023.297797248
Drains	0.0
Wells	4040.0
Total OUT	16063.297797248
SUMMARY:	
IN - OUT	-0.003762826324
Percent Discrepancy	0.0000234249981
Flow Budget for Zone 1	
IN:	
Constant heads	16063.294034421
Drains	0.0
Wells	0.0
Total IN	16063.294034421
OUT:	
Constant heads	12023.297797248
Drains	0.0
Wells	4040.0
Total OUT	16063.297797248
SUMMARY:	
IN - OUT	-0.003762826324
Percent Discrepancy	0.0000234249981

Model planında seçilen bir hücreden kesit alındığında o bölgedeki su tablası görüntülenebilir (Şekil 4.2). Şekilde siyah çizgilerden yatay kalın çizgi referans yüksekliğini, ince eğri çizgiler

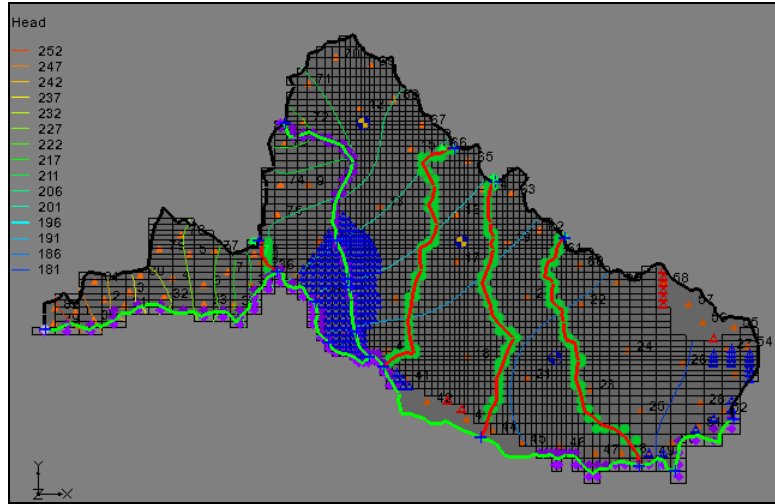
seçilen kesitteki katmanları, düşey siyah çizgiler seçilen kesitteki hücrelerin profillerini, lacivert düşey çizgi ise seçilen hücre profilini göstermektedir.



Şekil 4.2 Model kesitinde su tablası.

Modelimizde analiz sonrası bazı bölgelerin mavi renkte, bazı bölgelerin kırmızı renkte olduğu görünür. Mavi renkte olan bölgeler yer altı suyunun yeryüzüne çıktığı, kırmızı bölgeler ise

yer altı suyunun programa tanımlanan alt katmanın altında olduğunu ifade etmektedir. Aynı şekilden yer altı su seviyelerini görmek mümkündür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Yer altı suyu modelinin iki boyutlu görünümü.

5. Değerlendirme ve Sonuçlar

Modelimiz üzerinde herhangi bir hücreyi seçtiğimizde, seçili hücrenin içine veya dışına olan akış miktarı hakkında özet bir bilgileri öğrenme imkânına sahip oluyoruz. Hücre seçimini grup olarak yaptığımızda seçili bölgedeki su bütçesinin miktarı bilgiler çizelge halinde görüntülenmektedir. Ayrıca havzadaki Akış

bütçesinden kaynak ve besleme noktalarına giren ve çıkan akışın tamamını çizelge halinde elde edebildiğimiz gibi, hücreden hücreye akış miktarlarını da çizelge halinde görebiliriz. GMS programının analiz sonrası oluşturduğu CCF dosyasının yardımıyla, akifer ile dış kaynak ve besleme noktaları arasındaki akış oranlarının hesaplanması hakkında yararlı bilgiler görme imkânına sahip oluruz.

Bu alışma Groundwater Modeling System (GMS) programı ile bütçe ve planlama hesaplarında kullanabilmek için havzadaki yeraltı su seviyesinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Havzada daha önce bu şekilde yapılmış çalışma olmadığından yapılan çalışmayı karşılaştırmak mümkün olmadı. Ancak havzadaki su potansiyeli hakkında ortalama bilgiler elde edilmiştir. Akarçay havzası akiferinin üç boyutlu katı modellemesi yapılarak bölgenin hidrojeolojisi hakkında genel bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Model alışması geliştirilerek ve model kalibrasyonu yapılarak havzadaki su bütçesi hakkında daha net sonuçlar elde edilip bu sonuçlar ışığı altında havzadaki mevcut suların korunması ve kullanımıyla ilgili yapılacak çalışmalara rehberlik edebileceği düşünölmektedir.

Yeraltı suyu kullanımının günden güne artmasından dolayı, maliyeti yüksek olan sondaj kuyuları açılmaktadır. Bu alışma ile havzadaki yeraltı su seviyesinin konumu kesit olarak elde edilebilmesi, kuyu açmak amacıyla yürütölen sondaj çalışmalarında yeraltı su seviyesinin yüzeje yakın olduğu noktaların tespitinde önemli rol oynayacağı ve bunun sonucunda sondaj maliyetinin düşürölebileceği düşünölmektedir. Ayrıca yeraltı suyu çıkarmak amacıyla açılacak sondaj bölgelerinin tespitinde önemli rol oynayabilir.

Modelleme yapılırken programdaki coğrafi bilgi sisteminde kullanılan nesnelere modelleme yapıldığından, bölgeje ait topografik şekilleri üç boyutlu olarak görme imkânı sağlaması neticesinde, bu alanda yapılacak modelleme çalışmalarında bölgenin yapısının, araştırmacının gözünde canlandırılmasına yardımcı olacaktır.

Yapılan sondaj çalışmalarında, kurulan yeraltı suyu kavramsal modeli kullanılarak yeraltı suyunun taşınım ve kirliliği konularında yapılacak çalışmalara temel teşkil edeceği düşünölmektedir. Ayrıca akifere ait jeolojik parametreler girilerek yeraltı suyunun doğal ortamdaki hareketinin animasyonları yapılarak akım davranışının anlaşılması kolaylaştırılabilir.

Yapılan çalışmanın diğer bir avantaj ise çalışmamızda kullanılan veriler 2002 yılına ait olmasına rağmen, yeni tarihli verilerin elde edilmesi durumunda bu verilerin modele işlenmesi kolay olduğundan model sürekli olarak güncellenme özelliğine sahiptir. Modelin güncellenebilmesi sayesinde modelden sürekli ve yeni sağlıklı bilgiler elde edilebilecektir. Modelin gerçek zamanlı veri transferi ile yer altı suyunun modellenmesine uygun olmamakla beraber, yer altı suyunun hızının yavaş olması bu tür gereksinimi çok zorunlu hale getirmediğinden

Teşekkür: Yazarlar 09.TEF.4 numaralı “Yeraltı Suyu Akımının Bilgisayar Destekli Modellenmesi” Araştırma Projesine destek sağlayan Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonuna teşekkür eder.

Kaynaklar

- Aci, M. 2006. Yapay Sinir Ağları İle Hidrolojik Modelleme, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, 85 s., Manisa.
- Atilla, A. Ö. 2002. Afyon Ovasının yeraltı suyu kütle taşınımı modeli. Doktora Tezi (basılmamış), Hacettepe Üniversitesi, 78 s., Ankara.
- <http://www.xmswiki.com/xms/GMS>
(22.05.2009)
- İçağa, Y. 2001. Akarçay Aylık Akımlarının Modellenmesi, III.Ulusal Hidroloji Kongresi, İzmir.
- İçağa, Y. 2003. Akarçay Yağış Akış İlişkilerinin Modellenmesi, 1. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İzmir.
- Tezcan, L., Meriç, B.T., Doğdu, N., Akan, B., Atilla, A.Ö. ve Kurttaş, T. 2002. Akarçay Havzası hidrojeolojisi ve yeraltı suyu akım modeli. Final Raporu, Hacettepe Üniversitesi - Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜKAM)-Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, 339 s., Ankara.

- Yurtçu, Ş. 2001. Kil zeminlerde yeraltı suyu davranışının modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi (basılmış), Afyon Kocatepe Üniversitesi, 105 s., Afyon.
- Yurtçu, Ş. ve İçağa, Y. 2005. Akarçay Havzası Yeraltı Suyu Periyodik Davranışının Modellenmesi, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt 1, s.21-28
- DSİ, 1977, Akarçay Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı suları Daire Başkanlığı, İşletme Müdürlüğü Matbaası, 63, Ankara.
- DSİ, 1998. Eber-Akşehir Projesi Hidroloji Revize Raporu, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, XVIII. Bölge Müdürlüğü, Isparta.