

Girdev Gölü - Kazanpınarı kaynağı arasındaki (Antalya) allokton birimlerde yeraltı suyu dolaşımının incelenmesi

Investigation of ground water circulation in the allochthonous units between Girdev Lake and Kazanpınarı spring (Antalya), SW Turkey

Mehmet ÇELİK
Nail UNSAL

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara
Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara

Öz

Bu çalışmada, Girdev Gölü ve Kazanpınarı Kaynağı arasında genellikle kireçtaşlarından oluşan allokton birimlerdeki yeraltı suyunun akım yönü ve hızı, Girdev Gölü suları ile ilişkisi ve litolojik ve yapısal özelliklerin yeraltı suyu dolaşımı üzerine etkisi araştırılmıştır.

Fluoresein boya deneyi ile yeraltı suyu görünür akım hızı 31 m/saat bulunmuştur. Yeraltı suyu genel akım yönü DKD'ya doğrudur. Tritiyum ve Oksijen - 18 izotop analiz sonuçlarına göre, Girdev Gölü suları ile yeraltı sularının aynı yaşta olabileceği ve Girdev Gölü sularının izotopik kompozisyonunda değişikliğe uğramadan düdenlerle yeraltı suyunu beslediği düşünülmektedir. Elmalı polyesine düşen yağışlar Doğu Akdeniz ve İç Anadolu yağışları doğrusu arasında yer almaktadır.

Allokton kireçtaşlarındaki çatlaklı, faylı ve bindirmeli yapı ile oluşan ikincil porozite ve buna bağlı olarak gelişen permeabilitenin, bu birimlerin akifer olma özelliğini arttırdığı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Girdev Gölü, kaynak, yeraltısuyu, boya deneyi, izotop, akifer, allokton birimler.

Abstract

This study aims to investigate the interaction between Lake Girdev and ground water in the allochthonous limestones which crop out in the area between Lake Girdev and Kazanpınarı spring. In particular, the flow direction and velocity of ground water, its relationship with Lake Girdev and the effect of lithological and structural features on the ground water circulation were analyzed.

The apparent ground water flow velocity was found to be 31 m h⁻¹ using the fluorescein tracer. The ground water flows in ENE direction. Tritium and Oxygen - 18 isotope data suggest that the water of Lake Girdev and ground water are likely to be of the same age and the water sinking in Lake Girdev recharges the aquifer without any change in its composition. The rainfall belt in the Elmalı Polje falls on a zone between the Eastern Mediterranean and Central Anatolia regions. It is interpreted that the allochthonous limestone aquifer has been developed as a result of the jointed, faulted and thrust nature of limestones.

Key Words: Girdev Lake, spring, groundwater, dye test, isotope, aquifer, allochthonous units.

GİRİŞ

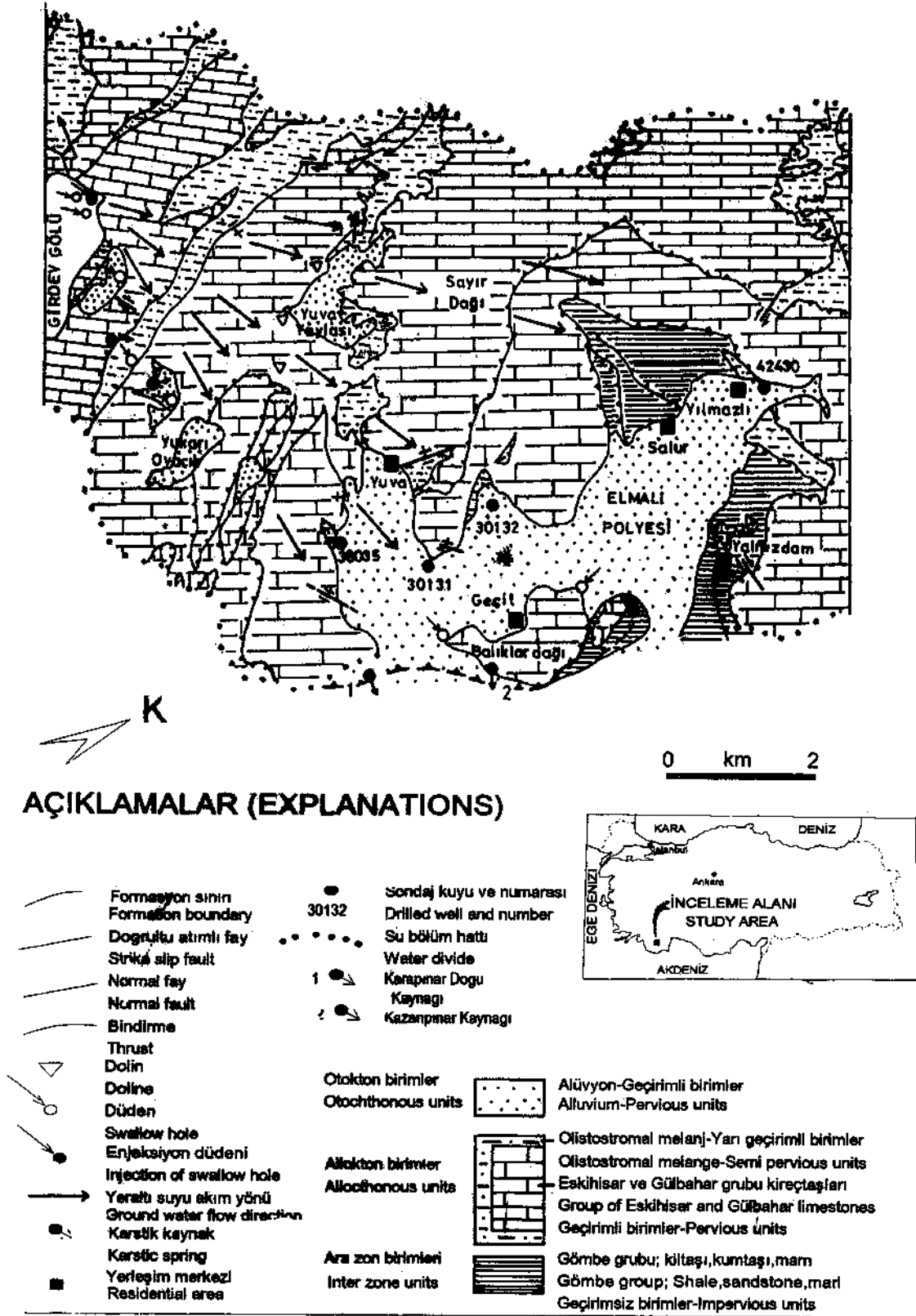
İnceleme alanı, Batı Akdeniz Bölgesinde, Elmalı Polyesinin batısında yer alan Kazanpınarı Kaynağı ile Elmalı Polyesinin yaklaşık 8 km kuzeybatısındaki Girdev Gölü ve dolayında 75 km²lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanı ve dolayında jeoloji ve hidrojeoloji amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan; Colin (1962), Önalın (1979), Şenel ve diğ. (1989) jeolojik amaçlı başlıca çalışmaları oluşur. Genel jeoloji çalışmalarında birimler ve ilişkileri ayrıntılı olarak çalışılmış, fakat formasyon adlamalarında ortak görüş sağlanamamıştır. DSİ (1978, 1992) ve Bayan (1986) tarafından hidrojeolojik amaçlı çalışmalar yapılmış olup; birimlerin hidrojeolojik özellikleri belirlenmiştir.

Elmalı polyesinin, batısında yer alan ve önemli bu su potansiyeli oluşturan Girdev Gölü ile ilişkisi, yeraltı suyunun akiferde dolaşım özellikleri ile bölgedeki kayaların yapısal konumunun yeraltı suyu dolaşımı üzerindeki etkisinin ve tüm verilerin birlikte yorumlanmasına gerek duyulmuştur. Bu yorum; su kimyası, izleme deneyi ve izotop çalışmaları ile desteklenecektir.

İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

Batı Toroslann orta kesiminde yer alan inceleme alanındaki birimler otokton, ara zon ve allokton birimlerden oluşur (Şekil 1). Ara zon ile allokton birimlerden oluşur (Şekil 1). Ara zon ile allokton birimler Fethiye - Elmalı Napı ile birbirinden ayrılır. Beydağları otoktonu ile Menderes masifi arasındaki bu alan Batı Toros teknesi olarak tanımlanmıştır (Ersoy, 1990). Bu tekne yer alan birimler Oligosen'den Orta Miyosen'e (Langiyen) kadar olan dönemde sıkışma rejimi etkisi ile Beydağları otoktonuna doğru ilerlemişler ve tüm tektonik birlikler Langiyen'de (Stiriyen Fazı) Beydağları üzerine yerleşmiştir. Bu yerleşme sırasında Orta Miyosen başına kadar çökelmiş olan kırıntılılar da allokton duruma geçmişlerdir. Böylece paleotektonik dönem sona ermiştir. Bu kırıntılılar Şenel ve diğ. (1989) tarafından ara zon olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanının hidrojeoloji ve yer belirleme haritası (Şenel, 1989'dan sadeleştirilmiştir).

Figure 1. Location and Hydrogeological map of study area (revised after Şenel, 1989).

GİRDEV GÖLÜ-KAZANPINARI KAYNAĞI

İnceleme alanında, altta Gömbe grubu birimlerinin oluşturduğu Elmalı ve Yavuz formasyonları yer alır. Bu formasyonlar aynı hidrojeolojik özelliğe sahip oldukları için Gömbe grubu olarak haritalanmıştır (Şekil 1). Gömbe grubu; kiltası, kumtaşı, silttaşı, çakiltası ve mam ardalanmalıdır. Bu birimler kendi aralarında yanal geçişlidir. Yavuz formasyonu, Elmalı formasyonu üzerine tektonik dokanaklı olarak gelmiştir. Yavuz formasyonu da kiltası ve kumtaşı ardalanmalı olup yer yer kireçtaşı bantları içerir.

Alloktan birimler, Gömbe grubu üzerine tektonik dokanaklı olarak gelmektedir. Bu birimleri, olistostromal melanj ile alanın büyük bir bölümünü kaplayan kireçtaşı kütleleri oluşturmaktadır. Olistostromal melanj; kristalize, mikritik, radyolyalı ve manganlı kristalize kireçtaşı blokları, kumtaşı ve kuvarsit kayaç blokları ile çakıl, kum ve kil boyutlu tanelerden oluşur. Eskihsar ve Gülbahar gruplarının içerdiği kireçtaşı kütleleri; Triyas - Kretase yaşlı olup, kristalize, dolomitik, intramikritik ve biyosparitik kireçtaşlarından ve radyolaritlerden oluşmaktadır. Bu birimler, en üstte yer alan alüvyon birimleri tarafından Elmalı polyesinde kısmen örtülü durumdadır.

YÖNTEM

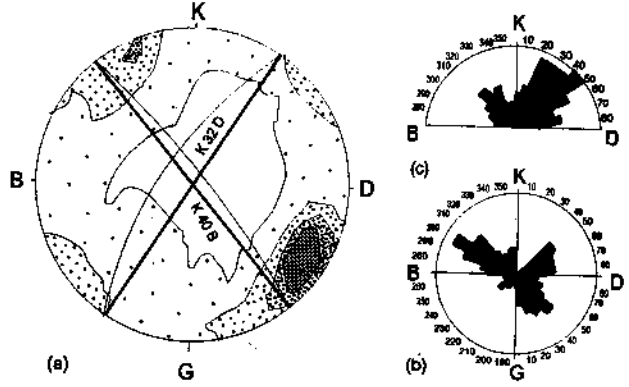
Hidrojeoloji çalışmalarından; su kimyası, izleme ve izotop deneyleri için alınan örneklerin analizleri DSİ laboratuvarlarında yapılmıştır.

İzleme deneyi öncesinde yeraltı suyu kimyası araştırılmış olup suyun kalsiyum ve bikarbonatlı olmasından dolayı fluoresein boya kullanılmıştır. Laboratuvar saflıkta boya (Merck) kullanılmıştır. Enjeksiyon düdeni olarak, Girdev Gölü düdenlerinden yeraltı suyu ile ilişkili olanı seçilmiştir. Diğer düdenler o dönemde kuru durumdadır. Fluoresein miktarı; Ravier (1955) formülü sadeleştirilerek; enjeksiyon düdeni ile en uzak gözlem noktası arasındaki mesafeye, gözlem noktalarındaki toplam debiye ve yeraltı suyu hızı 500 m/gün kabul edilerek hesaplanmıştır (Schoeller, 1962).

$$P = \frac{1}{2} \times \frac{d \times L}{a} \quad (\text{Ravier, 1955})$$

Burada; P= Fluoresein miktarı, kg; d= Kaynakların toplam debisi, m³/s; L= Enjeksiyon düdeni ile en uzak gözlem noktası arasındaki mesafe, m; a= Yeraltı suyu hızı, 500 m/gün.

İzleyici 200 litrelik varilde karıştırılarak 40 dakika düdene enjekte edilmiştir. Numuneler gözlem noktalarından, izleyicinin enjeksiyonundan itibaren her 4 saatte bir 100 ml'lik koyu renkli ve çift kapaklı plastik şişelere alınmıştır. Fluoresein derişimleri "Turner Fil-



Şekil 2. Balıklardağı kireçtaşlarında ölçülen 203 çatlığa ait kontur (a), eğim yönü (b) ve doğrultu diyagramı (c).

Figure 2. Contour (a), dip direction (b), and strike diagrams (c) of 203 joints measured in Balıklardağı limestones.

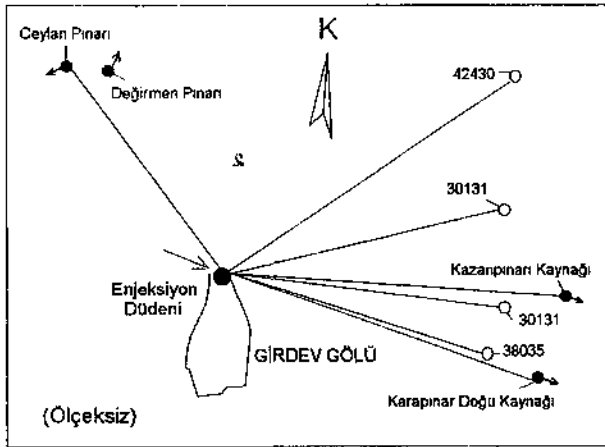
ter Fluorometer Model 111" cihazı ile yapılmıştır. Su örneklerin numune alıcılarla kaynaklardan doğrudan, kuyulardan ise, su tablasının 5 m altından alınmıştır. Yeraltı suyu hızı, gözlem noktalarında boyanın ilk tesbit edildiği zaman dikkate alınarak hesaplanmıştır. İzotop örnekleri için 1 litrelik çift kapaklı plastik kaplar kullanılmıştır.

İNCELEME ALANININ HİDROJEOLOJİSİ

İnceleme alanının tabanında yer alan Elmalı ve Yavuz formasyonları geçirimsiz birimlerdir. Bu birimler Karapınar Doğu ve Kazanpınarı kaynaklarının oluşması için bariyer oluştururlar (Şekil 1). Eskihsar ve Gülbahar grubu birimleri geçirimsiz birimlerdir (Çelik, 1994). Bu birimler düden, dolin, lapy, mağara, oluk yapıları (rundkarren) ve düzensiz karst şekilleri içermektedir. Bu birimlerde ikincil porozite gelişmiştir. Balıklardağı kireçtaşlarında ölçülen çatlak konumlarına göre K32°D ve K40°B doğrultulu olmak üzere iki ana çatlak sistemi gelişmiştir (Şekil 2). Birimlerin alloktan olarak bölgeye yerleşmesi, bu birimlerin bindirmeli, faylı, çok kinklı ve çatlaklı yapı kazanmasını sağlamıştır. Olistostromal melanj birimleri geçirimsiz ve geçirimsiz birimlerin karışımı şeklinde yerleştikleri için yan geçirimsiz birimler olarak değerlendirilmiştir. Geçirimsiz bloklar süreklilik arzetmezler. Birimin bu özelliği inceleme alanı içerisinde düşük debili kaynaklanılı oluşmasını sağlamıştır.

Alüvyon birimleri geçirimsiz özellikte olup Balıklardağı batısındaki alüvyonun genellikle tabanında, yer yer de ara seviyelerde bantlar halinde killi geçirimsiz seviyeler bulunmaktadır.

Alloktan birimlerde yeraltı suyu genel akım yönü BGB'dan DKD'ya doğrudur (Şekil 1).



Şekil 3. Enjeksiyon ve gözlem noktaları
Figure 3. Injection and observation points.

İzleme Deneyi Çalışmaları

İzleme deneyinde kullanılan organik boya Girdev Gölü düdenlerinden yeraltı suyu ile ilişkili olanından enjekte edilmiştir. İzleme noktaları olarak Kazanpınarı ve Karapınar doğu kaynakları, 30131, 30132, 38035 ve 42430 nolu sondaj kuyuları seçilmiştir (Şekil 1). Kazanpınarı kaynağının ortalama debisi 2300 l/s, Karapınar doğu kaynağının ortalama debisi ise 30 l/s'dir (DSİ, 1992). Fluoressein boya, Balıklardağı dolayında gözlem yapılan tüm noktalarda gözlenmiştir. Düdenin batısında, inceleme alanı dışındaki iki gözlem noktasından biri olan Ceylanpınarı'nda da gözlenmiş olup, bu kaynak yakınlarında yer alan Değirmenpınarı'nda gözlenmemiştir (Şekil 3). Bu kaynak Seki Platosu kaynakları olarak belirtilmekte ve kurak dönemdeki boşalımı 50 - 1500 l/s arasında değişmektedir (Bayan, 1986). Boyanın gözlem noktalarına ulaşma zamanları dikkate alınarak görünür yeraltı suyu hızı hesaplanmıştır (Çizelge 1). Hesaplamalarda enjeksiyon ve gözlem noktaları arasındaki kuş uçuşu mesafe alınmıştır. Gerçekte ise yeraltı suyunun akım yolu daha uzundur. Bu nedenle "görünür yeraltı suyu hızı" terimi kullanılmıştır. Allokton birimlerde yeraltı suyu hızı 26 - 35.6 m/saat arasında

Çizelge 1. Boya gözlem noktaları, ulaşma zamanı ve yeraltı su hızları.

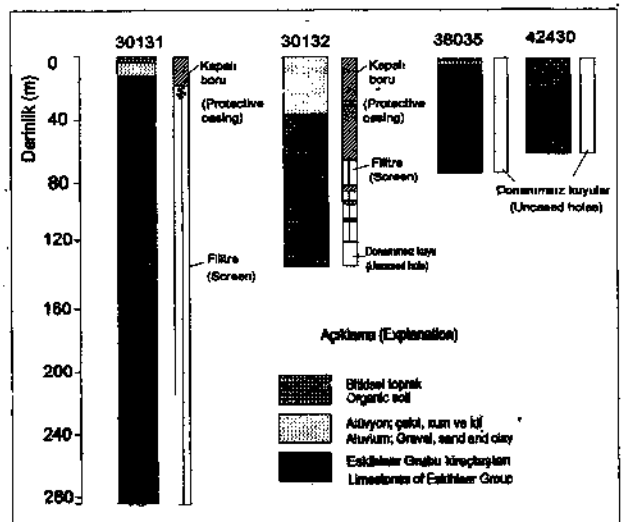
Table 1. Dye observation points, travel time and groundwater velocities.

Gözlem noktaları	Boyanın ulaşma zamanı (saniye)	Enjeksiyon noktasına uzaklık (m)	Hidrolik eğim (%)	Yeraltı suyu hızı (m/saat)
30131	309	11000	6	35,60
30132	405	12000	6	29,60
38035	325	8500	8	26,20
42430	517	17500	4	33,80
Karapınar Doğu Kay.	365	9500	7	26,00
Kazanpınar Kay.	437	14500	5	33,20

değişmekte olup ortalama saatte 31 m'dir. Sv. Ivan Karst Kaynağı (Istria - Hırvatistan) beslenme alanında izleme deneyi ile 10.8 - 396 m/saat ve arası hızlar elde edilmiştir (Bonacei and Magdalenic, 1993). Nadir (Orhangazi - Bursa) karstik kaynağı dolayındaki mermerlerde yapılan boya deneyinde görünür yeraltı suyu hızı saatte 90 m olarak bulunmuştur (Canik, 1989). Bu çalışma alanında yeraltı suyu hızının gözlem noktalarına göre değişmesinde hidrolik eğim, yan geçirimli birimlerin konumu, karstik yapılar ve bindirme yapıları birlikte etkili olmuştur. En uzun süreli boya akışı, gözlem noktalarından 30131 ve 30132 nolu kuyular ile Karapınar Doğu ve Kazanpınar kaynağında olmuştur. Gözlem yapılan kuyularda 38035 ve 42430 nolu kuyular tamamen Eskişehir grubu kireç taşlarını; 30131 ve 30132 nolu sondaj kuyuları da hem alüvyon hem de Eskişehir grubu kireçtaşlarını kesmektedir (Şekil 4).

İzotop Çalışmaları

Girdev Gölü ve gözlem noktalarından alınan numunelerin Oksijen - 18 ve Trityum izotop analizleri yapılmıştır (DSİ, 1992). Oksijen - 18 izotop değerleri Akdeniz tipi yağışların izotop değerleri ile hata sınırları içerisinde aynıdır (Yurtsever, 1980). Buna göre yağış suları Girdev Gölü'nde izotopik kompozisyonunda değişikliğe uğramadan akifere süzülmekte, orandan da kuyu ve kaynaklara ulaşmaktadır (Sözlü görüşme; Bayan, 1995). Trityum analiz sonuçları da akifere süzülen yağış ve yüzey sularının kısa sürede kuyu ve kaynaklara ulaştığını göstermektedir. Girdev Gölü'ne gelen sular burada fazla buharlaşmadan düden ve sızma ile gölden uzaklaşmakta, bir taraftan da göl kaynaklarında beslenmektedir. Göl suları atmosfere açık olarak uzun süre beklemiş olsaydı bu suların buharlaşma sonucu Oksijen - 18 izotop değerlerinin pozitif yönde artması beklenirdi.



Şekil 4. Sondaj kuyu logları.

Figure 4. Logs of drilling well.

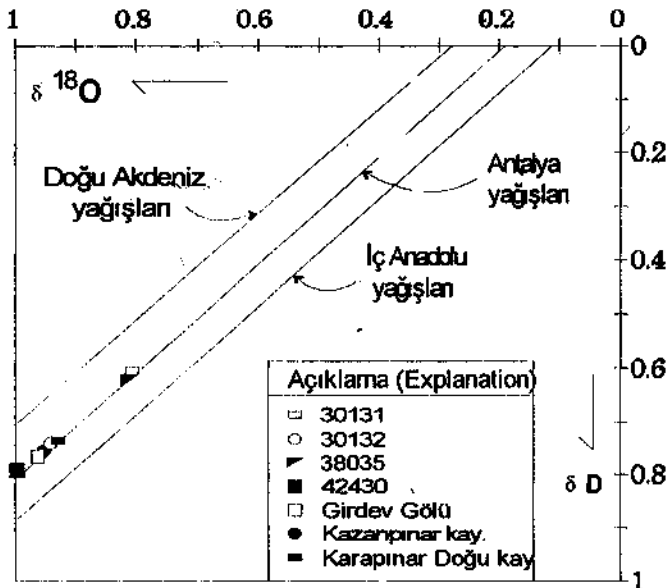
GİRDEV GÖLÜ-KAZANPINARI KAYNAĞI

nirdi. Sayın (1987) tarafından yapılan bir çalışmada, Konya yağışlarının bir kısmının izotopik değerlerinin Doğu Akdeniz yağışlarını temsil eden doğru üzerine düşmesi iki ayrı iklim sisteminin, Anadolu'nun güney kesiminde karşılaştığı ve ara kesitin Toros Dağları üzerinde yer aldığı kabul edilmiştir. Buna göre;

Doğu Akdeniz yağışları denklemi; $5D = 8 \times 8^{18}O + 22$, şekilde olup, İç Anadolu yağışları denklemi; $8D = 8 \times 5^{18}O + 10$ Global Meteorik Su Doğrusuna uymaktadır. Elmalı Polyesi'ne düşen yağışlar bu iki doğru denklemi arasında düşmekte olup, Antalya yağışları olarak; $8D = 8 \times 8^{18}O + 16$ denklemi ile ifade edilmiştir. Döteryum değerleri; Girdev Gölü'ndeki suların izotopik değerlerini değiştirecek kadar buharlaşmanın olmadığı, yeraltı sularında da olmayacağı düşünülerek Antalya Yağışları denklemine göre tesaplanmıştır (Şekil 5). Gözlem noktalarında yapılan elektriki konduktivite ve klorür analiz sonuçları, Girdev Gölü sularına göre iyonlarca daha fazla konsantr olmuştur (Çizelge 2).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanında yapılan fluoressein boya deneyi sonuçlarına göre, Girdev Gölü ile Elmalı Polyesi arasındaki allokton birimlerde yeraltı suyu akım yönünün DKD ya doğru, yeraltı suyu görünür hızının saatte en az 26 m, en çok 35.6 m, ortalama görünür hızın 31 m olduğu tesbit edilmiştir. Girdev Gölü ile Ceylanpınarı arasında yeraltı suyu akım hızı saatte 41 m dir. İzleyicinin Değirmenpınarı'nda gözlenmemesi, bu kaynağın Girdev Gölü'nden kaçan sularla ilişkisinin olmadığını



Şekil 5. ^{18}O ve D izotoplarına göre çizilen yağış doğruları.

Figure 5. Precipitation curves drawn based on ^{18}O and D isotopes.

Çizelge 2. Gözlem noktalarından elde edilen su örneklerine ait kimyasal tahlil sonuçları.

Table 2. Chemical analyses results of water samples collected from observation points.

Numune noktası	pH	EC (mikrohm/cm) 25°C	Cl (mg/l)	^{18}O	T.U.	D (Hesaplanan)
30131	7,4	400	18,52	-8,06	15,0	-46,48
30132	7,9	440	16,33	-8,44	18,0	-59,52
38035	7,5	270	19,88	-8,18	12,7	-49,44
42430	7,3	485	14,20	-9,93	5,7	-63,44
Karapınar D Kaynağı	7,7	320	12,07	-9,25	21,8	-58,80
Kazanpınar Kaynağı	7,7	380	10,85	-9,59	17,7	-60,72
Girdev Gölü	7,8	215	10,29	-9,84	15,5	-60,32

gösterir. Aynı sistem içerisindeki bu kaynağın Girdev Gölü ile hiçbir ilişkisinin olmadığı kaynak ve dolayında yapılacak ayrıntılı bir çalışma ile ortaya konabilir.

Yeraltı suyu akım hızının gözlem noktalarına göre değişmesinde hidrolik eğim, yarı geçirimli birimlerin konumu, karstik yapılar ve özellikle bindirme yapıları etkili olmuştur. Yan geçirimli birimlerin ve bindirme yapılarının yeraltı suyu akım yönüne dik doğrultuda uzanması yeraltı suyunun akım hızını azaltmış olmalıdır (Şekil 1).

Yeraltı suyu hareketi sadece karstik kanallarla olmayıp daha çok birbirini kesen, birbiri ile ilişkili kırıklar boyunca gelişen ikincil porozite ile olmaktadır. Alanda karstik yapılar yaygındır. Karstlaşmanın gelişmesi, tektonizmaya bağlı olarak oluşan ikincil porozite ile daha da artmıştır. Balıklardağı'nda yapılan çatlak ölçümlerine göre allokton kireçtaşlarında $K32^{\circ}D$ ve $K40^{\circ}B$ doğrultusunda gelişmiş iki ana çatlak sistemi olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Yeraltı suyu akım doğrultusu ile 1. derecede oluşmuş çatlak doğrultusu uyum göstermektedir.

Girdev Gölü düdeninden kaçan göl suları sadece Elmalı polyesine değil, aynı zamanda düdenin batısında yer alan Ceylanpınarı'na doğru da akmaktadır. Oksijen - 18 izotopu analizlerine göre Girdev Gölü'nün aktif bir göl olduğu belirlenmiştir; göl bir taraftan kaynaklarla beslenirken diğer taraftan düdenlerle suyunu boşaltmaktadır. Trityum analiz sonuçlarına göre göl suları, allokton kireçtaşlarından beslenen Elmalı Polyesi'ndeki yeraltı suları ile aynı yaşta olduğu söylenebilir.

İnceleme alanındaki allokton kireçtaşlarında bulunan yeraltı suyunun alandaki düdenlerle ilişkili olduğu ve yeraltı suyu hızının, diğer araştırmacıların benzer karstik birimlerde elde ettikleri yeraltı suyu hızları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışmanın gerçekleşmesinde önemli katkıları olan DSI Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi, Karst Araştırma Şubesi elemanlarından

Kimya Mühendisi Ali Kaplan ve arkadaşlarına; ayrıca, değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Serdar Bayan'ya (H.Ü.) teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

Bayan, C.S., 1986, Yukarı Eşençay Havzası (KD Fethiye) Karst Hidrojeolojisi İncelemesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yük. Müh. Tezi, 363s, Ankara.

Bonacci, O. and Magdalenic, A., 1993, The Catchment Area of the Sv. Ivan Karst Spring in Istria (Croatia). Groundwater, 31(5), 767-773.

Canik, B., 1989, Orhangazi - Nadir Karstik Kaynağının Hidrojeoloji İncelemesi ve Kaynak Suyunun Bulanmasını Önleme Çalışmaları. Mühendislik Jeolojisi Bülteni, 11, 51-56, İstanbul.

Colin, H.J., 1962, Fethiye - Antalya - Kaş - Finike (GB Anadolu) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdlere, MTA Dergisi, No. 59, 19 - 59, Ankara.

Çelik, M., 1994, Antalya - Elmalı Polyesinin Hidrojeoloji ve Çayboğazı Baraj Yerinin Jeoteknik İncelemesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enst., Dok. Tezi, 268s, Ankara (Yayınlanmamış).

DSİ, 1978, Elmalı, Akçay ve Demre Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu, s. 51, Ankara.

DSİ, 1992, Elmalı Kazanımaları Kaynakları ve Çevresi Karst Hidrojeolojik Etüd Raporu, 32s, Antalya.

Önalın, M., 1979, Elmalı - Kaş (Antalya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi. Doktora Tezi, I.Ü. Fen Fak. Monografileri 29, İstanbul.

Sayın, M., 1987, İzotop Teknikleri Kullanarak Yeraltı Suyu Orijininin Belirlenmesi. Hidrojeolojide İzotoplar ve Nükleer Teknikler, DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, 177 - 196, Adana.

Schoeller, H., 1962, Les Eaux Souterraines, Masson and cie, France.

Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z.R., Şen, M.A., Karaman, T., Dinçer, M.A., Durukan, E., Arbas, A., Örgen, S., Bilgi, C., 1989, Çameli (Denizli) - Yeşilova (Burdur) - Elmalı (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi. MTA Rapor No. 9429, 344s, (Yayınlanmamış), Ankara.

Yurtsever, Y., 1980, Environmental izotopes as a tool in hydrogeological investigations of Southern Karst Region of Turkey. Proa, of int. seminar on Karst Hydrology, Oymapınar - Turkey, DSİ - UNDP, Publ. (Ed. G. Günay), 269-293.

Makalenin geliş tarihi: 16.01.1995.

Makalenin yayma kabul tarihi: 23.01.1996.

Received January 16, 1995.

Accepted January 23, 1996.