

Çukurköy (Denizli) dolayının sığ yeraltı suyu hidrojeoloji incelemesi Hydrogeological investigation of subsurface of Cukurkoy surroundings (Denizli)

Suat TAŞDELEN¹, Mahmud GÜNGÖR², Ali AYDIN^{3*}

¹Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
stasdelen@pau.edu.tr

²Denizli Büyükşehir Belediyesi, Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Denizli, Türkiye.
mahmud.gungor@deski.gov.tr

³Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
aaydin@pau.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 20.10.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 04.02.2015

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.08769

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Denizli il merkezinin 13 km kadar güneydoğu kesiminde, Gökpınar Barajı'nın su toplama havzasına dar bir boğazla bağlanan Çukurköy Grabeni, 96.4 km² yüzey drenaj alanına sahip bir yan havza niteliğindedir. Havzanın doğusundaki Honaz Dağı'nın batı yamaçlarında irili ufaklı birçok kaynak yer alır. Bu kaynaklar, güneydeki Tavas ovasıyla havza arasındaki sırtlardan doğan yüzeysel akışlarla birleşerek Büyük Menderes Nehri'nin önemli yan kollarından biri olan Gökpınar Deresini oluşturur. Ayrıca, yeraltı suları, bu akarsuların kıyı kesimlerinde sızıntı kaynakları şeklinde yeryüzüne çıkarak akarsuları besler. Yöre halkı tarafından açılan birçok kuyu ve sondaj nedeniyle sürekli akar durumdaki bazı kaynak ve yan derecikler zamanla tamamen kurumuştur. Honaz Dağı'nın kolüvyal malzemelerinin yan ve düşey doğrultularda düzensiz yayılım göstermesinden dolayı, işletilmek istenen suyun debisi kısa mesafelerde ani değişiklikler gösterir. Havzanın hem sığ yeraltı suyu hem de yüzey sularının akım yönü yüzey morfolojisine bağlı olarak kuzeybatıya doğrudur. Bu sığ yeraltı suları, küçük ve bireysel amaçlı kullanımlar dışında büyük çaplı beklentiler için yetersizdir.

Anahtar kelimeler: Çukurköy, Cankurtaran Köyü, Sığ yeraltı suyu, Su tablası, Eşderinlik haritası

Abstract

Çukurköy graben, located at 13 km southeast from Denizli city, is a side basin with 96.4 km² surface drainage area which is connected to the Gökpınar dam catchment area through narrow strait. There are a lots of resources having various discharges on the western slopes of the Honaz mountain in the east of the Çukurköy basin. These resources were originated from runoff from the ridges which is located between Tavas plain and Çukurköy basin, and were formed the Gökpınar creek, one of the main tributaries of Büyük Menderes river. In addition, subsurface waters feed these streams as leaks wherein groundwater level is very shallow level. By the time, local people had opened many boreholes and wells, and they caused to dry out of some continuous resources and streams. Discharge rates of scheduled pumping waters from boreholes are changing dramatically for short distances, because of irregularly located alluvial material. The flow direction of both shallow subsurface and surface waters of the basin outflows toward the northwest that is controlled by surface morphology. These shallow subsurface waters are insufficient for increasing requirements except for small and individual usages.

Keywords: Çukurköy, Cankurtaran Village, Subsurface water, Water table, Isobath map

1 Amaç

Çalışmanın amacı, Denizli Cankurtaran mevkiinde yer alan Çukurköy ve yakın çevresindeki doğal su kaynakları ile sığ yeraltı suyu dağılımının belirlenmesi ve potansiyelinin araştırılmasıdır. Bu doğrultuda, belirtilen alandaki sürekli ya da mevsimsel akış halinde olan veya eskiden akar durumda olduğu halde, doğal ya da yapay nedenlerle kuruyan kaynakların yerlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, tulumba ya da keson kuyularla işletilebilecek kadar sığ olan yeraltı suyunun derinliği, beslenme-boşalım alanları ve işletim olanaklarının ortaya konulması hedeflenmektedir.

2 Coğrafi konum ve morfoloji

İnceleme alanı, Denizli il merkezinin 13 km kadar güneydoğu kesiminde, Gökpınar Barajı'nın su toplama havzasının en güneyinde 96,4 km² yüzey drenaj alanına (su bölüm hattı) sahip olan ve Çukurköy Grabeni olarak adlandırılan yan havza içinde yer alır (Şekil 1). Çalışma alanı, coğrafi koordinat sistemine göre, Harita Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaların "Denizli M22 d2" paftasında, 37°40'39" ve 37°42'15" kuzey enlemleri ile

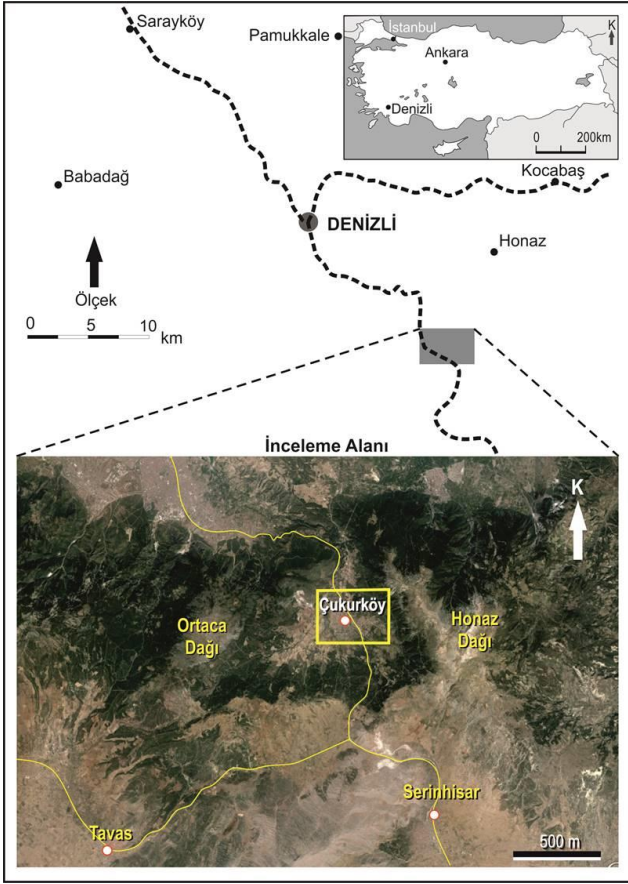
29°11'51" ve 29°14'33" doğu boylamları arasında kalan yaklaşık 11.7 km²lik bir alanı kapsar (Şekil 1, 2).

Oldukça engebeli topoğrafyaya sahip olan inceleme alanın iklimi İç-Batı Anadolu iklimidir. Akdeniz ile karasal İç Anadolu iklimi arasında karakteristik bir geçiş teşkil eder. Genel olarak İç Anadolu iklimine daha yakın olduğu söylenebilir. Çünkü yıllık ortalama yağış miktarı Ege Bölgesine göre daha az olduğu gibi yıllık ortalama sıcaklık değerleri de İç Anadolu iklimine daha yakındır. Aynı şekilde günlük ve mevsimlik sıcaklık oynamaları da kıyı bölgelerine göre daha fazladır.

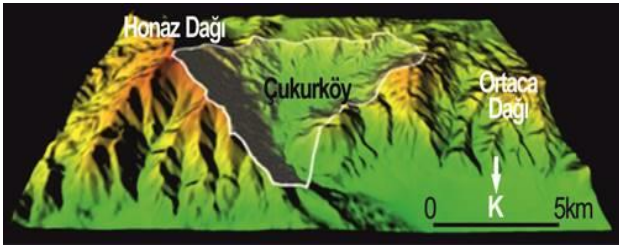
3 Çalışma metodları

İnceleme alanı ve yakın çevresinin önceki çalışmaları tarafından hazırlanan 1/25000 ölçekli jeoloji haritası çalışma alanında yapılan arazi çalışmaları ile yeniden düzenlenerek hazırlanmıştır [1]-[23]. Bu harita üzerinde yeraltı sularının hareketinde birinci derecede önemli olan yapısal unsurlar da ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Yüzey drenaj alanı dahilinde genellikle Çukurköy içinde ve yakın çevresinde çeşitli kurum ve kuruluşlar ile yöre halkı tarafından farklı tarihlerde açılmış olan 30 adet sondajda Ekim 2009 dönemine ait su seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca gerekli olan kesimlerde Ramac

marka 100 MHz ve 25 metre penetrasyon kapasiteli GPR (Ground Penetration Radar) ile 15 profil boyunca toplam 11.716 km kayıt alınmıştır.



Şekil 1: Çalışma alanı lokasyon haritası.



Şekil 2: Çalışma alanı yağış havzası.

Seviye ölçümleri ile GPR çalışmaları birlikte değerlendirilerek, sığ yeraltı suyu için deniz seviyesine göre izohidrohips ve yeryüzüne göre eş derinlik haritaları hazırlanmıştır. Bu şekilde hidrodinamizm ortaya konularak, beslenme ve boşalım alanları ile sığ yeraltı suyunun yanal ve düşey dağılımı belirlenmeye çalışılmıştır.

Yer radarı (GPR), yüzeye yakın yeraltı özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yüksek frekanslı ayırım gücü yüksek elektromanyetik, jeofizik yöntemdir. Kaynak olarak kullanılan yüksek frekanslı EM dalgaların verici anten kullanılarak yeraltına gönderilmesi ve bu dalgaların bir kısmının karşılaştıkları farklı cisimlerin veya farklı jeolojik yapıların yüzeylerinden yansarak alıcı anten tarafından işlem ünitesine iletilmesi şeklinde çalışmaktadır [1].

Su, sahip olduğu yüksek polarizabilite nedeniyle en yüksek dielektrik sabitine sahiptir. Bu nedenle yer radarı

çalışmalarında su tablası sınırı elektromanyetik dalgalar için çok kuvvetli bir yansıma yüzeyi olup, elektromanyetik dalgaların bu direnç karşısında ilerlemesi oldukça zordur. Dolayısıyla bu sınır, yani su tablası seviyesi kolay bir şekilde büyük bir duyarlılıkla tespit edilebilmektedir [2],[3].

Antenin fiziksel boyutu iletilen dalgaların frekansını etkiler [1]. Elektromanyetik dalgalarının derinliği ve çözünürlüğü kullanılan anten frekansına bağlıdır. Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar düşük frekanslı elektromanyetik dalgalara göre daha fazla detay ve yüksek ayırmalılık elde edilmesini sağlar, fakat yüksek frekanslar çok hızlı emildiği için penetrasyon derinlikleri düşük frekanslar kadar iyi değildir [2]. Kısacası, frekans ile derinlik arasında doğrusal orantı; frekans ile derinlik arasında ters orantı vardır. Bu çalışmada hedef derinlik 10-20 metre arası olduğu için 100 MHz'lik anten kullanılmıştır.

4 Jeoloji

İnceleme alanı ve çevresi, Honaz dağına da kapsayacak şekilde geniş bir alanda ele alınacak olursa, dört ana tektonik birimin yer aldığı görülür (Şekil 3). Bunlar alttan üste doğru; Menderes metamorfikleri (Mm), Mortuma Formasyonu'na ait Karadere Üyesi (Tm) ile Yemişendere Üyesi (Tmoy) ve Yatağan Formasyonu (Tmy)'dur. Bu birimlerin üzerinde Kuvaterner yaşlı yamaç molozu (Qaly) ve alüvyon (Qal) birimleri yer alır [4],[5].

4.1 Stratigrafi

4.1.1 Menderes metamorfikleri (Mm)

İnceleme alanının kuzey ve doğusu boyunca gözlenen birim Menderes Masifine aittir. Menderes Masifi'nde alçak dereceli metamorfik kuşaktan yüksek dereceli metamorfik kuşağa kadar tüm metamorfik diziyi gözlemek olasıdır [6]. Menderes Masifi istifi alttan üste doğru şöyledir:

Permiyen gnayslar, Alt Paleozoyik mikaşistler, Permo-karbonifer metakuvarsitler, siyah fillatlar ve siyah rekristalize kireçtaşları, Mesozoyik yaşta boksit seviyeli, yaşlı Eosen'e kadar çıkan rekristalize kireçtaşları ve fliş. Hiçbir yerde gnaysın tabanını görmek mümkün değildir. Görünür kalınlığı 2-3 kilometreyi bulur [6]. İnceleme alanında Menderes metamorfiklerinin alt dokanağı gözlenmemektedir. Üstü Neojen birimler tarafından örtülür.

Şistlerle ardışıklı olarak görülen mermerler, şistlere göre çok daha geniş alanlarda mostra verirler. Karstlaşma görülmemekle birlikte bol çatlaklıdır. Çatlak yüzeylerinde yer yer yağmur ve yer altı sularından kaynaklanan kalsit ve az miktarda traverten sıvamaları gelişmiştir.

Kristalize kireçtaşları, koyu gri renkte olup, mermerler ve şistlerle geçişlidirler. Mermerlerde olduğu gibi masif yapıda ve bol çatlaklıdır. Çatlaklar kalsit dolgularla doldurulmuştur. Mermerlere göre tane boylarında bir küçülme göze çarpar. Masif yapılı, bol çatlaklı, yarı kristalli, yumuşak ve kolay dağılabilen bir dokusal özellik gösterirler. Şist ve mermerler üzerinde yüksek eğimli morfoloji ile dikkat çekerler. İçlerinde yer yer karstik boşluklara rastlanır [4]-[23].

4.1.2 Mortuma formasyonu

Mortuma Formasyonu'nun tip yeri batıda, inceleme alanının sınırları dışında yer alan Mortuma çayıdır. Birimin, temel kayaları ile dokanağı her yerde faylıdır. Çukurköy'ün 4 km güneyi kesiminde saptanan lagüner karakterli kesimlerinde

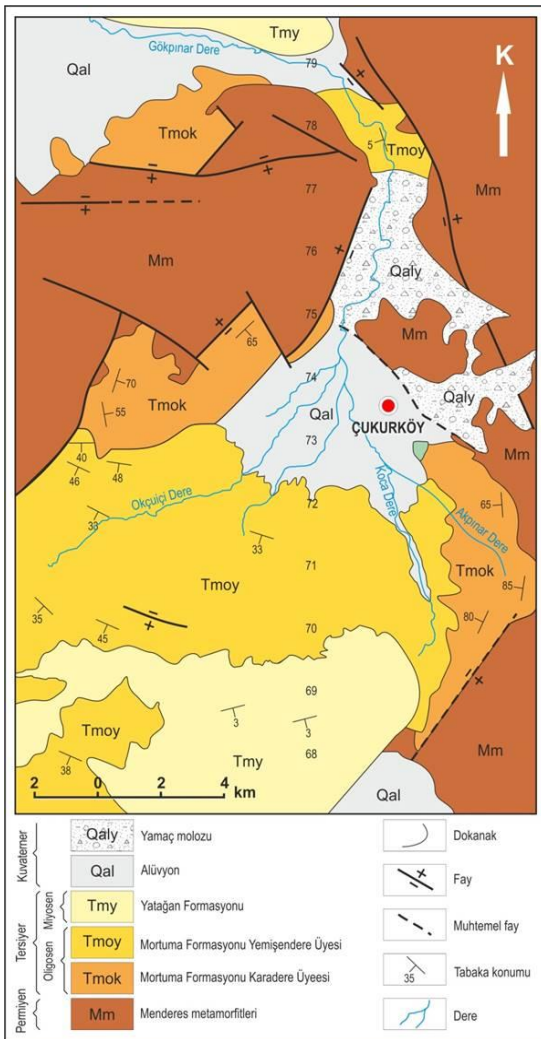
saptanan fosil içeriğine göre formasyonun yaşı üst Oligosen olarak saptanmıştır [4]-[23].

Karadere Üyesi (Tmok):

Oligosen yaşlı yarı köşeli-yarı yuvarlak çakıllı çok kötü boylanmalı çakıltaşı, çamurtaşı ve kumtaşından oluşur. Temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelen birim, Yatağan Formasyonu ile yanalta girik ve düşeyde geçişlidir [4],[5].

Yemişendere Üyesi (Tmoy):

Marn, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı ve çakıltaşı, ardalanmasından ibarettir. Çakıltaşları, büyük bir kesimi haki, kızıl, iyi yuvarlaklaşmış, iyi cilalanmış serpantin çakılları kapsayan, kum ve silt hamurludur. Çakıltaşları ile ardalanmalı olarak haki kumtaşı, silttaşı ve şeyl seviyeleri de bulunur. Birim, üst seviyelerde karbonatlı ve killi, masif, seyrek çakıllı, siyaha yakın koyu kahve renklidir. Az belirgin tabakalı ve dağınık bir yapıdadır. Çakıltaşı; karbonat çimentolu, kumlu matriksli, çoğunlukla kireçtaşı bileşenli, yuvarlak, kötü boylanmalı ve merceksi geometriye sahiptir. Temeli oluşturan Menderes Masifi metamorfite üzerine uyumsuzlukla gelen birimin, üzerinde uyumlu olarak Neojen görsel çökeller yer alır. Birimin yaşı Becker-Platen tarafından fosil bulgularına dayanarak Alt Rupelien-Helvesiyen (Oligosen-Orta Miyosen) olarak belirlenmiştir [4],[5].



Şekil 3: İnceleme alanı jeoloji haritası [13]
(Kısmen değiştirilerek).

4.1.3 Yatağan formasyonu (Tmy)

Formasyonun tip yeri, inceleme alanı dışında yer alan Adamharmanı köyü içindedir. Yatağan Formasyonu'nun rengi genel olarak kızıl kahverengidir. Formasyonda beş ayrı fasiyes saptanmıştır [4],[5].

1. Çok kötü boylanmalı çakıltaşı ve çamurtaşı: Kalın-çok kalın paralel katmanlı, yer yer belirsiz katmanlı veya katmanlanmasız, köşeli-yarı yuvarlak çakıllı çakıltaşları ile benzer karakterlere sahip çamurtaşlarından oluşur. Moloz akması çökelidir.
2. Çapraz ve paralel katmanlı çakıltaşı-kumtaşı: Çok kötü, kötü boylanmalı, yarı yuvarlak çakıllı, yer yer düzlemsel çapraz katmanlı ve nadiren paralel katmanlı çakıltaşları ile çapraz katmanlı kumtaşları bu fasiyesi oluşturur.
3. Paralel katmanlı, iyi boylanmalı çakıltaşı: Tane destekli, iyi boylanmalı, paralel katmanlı, yarı köşeli çakıltaşlarından oluşur.
4. Paralel lamine ve çapraz katmanlı kumtaşı: Kalın paralel laminalanma ve teknesel çapraz katmanlanma gösteren, kaba-çok kaba kumtaşlarıdır.
5. İnce katmanlı çamurtaşı: Orta boylanmalı, ince katmanlı, dağınık jips kristalli, yumrulu, laminalı ve kuruma çatlaklı çamurtaşlarıdır. Genellikle 4 No.lu fasiyes ile ardalanma gösterir, ancak 2 No.lu fasiyesin küçük çakıllı kesimlerinde ara katman olarak bulunabilir.

4.1.4 Yamaç molozu (Qaly)

İnceleme alanının en genç tortulları olan Kuvaterner oluşumları; havza kenarlarını sınırlayan fay hatları önünde biriken alüvyal yelpazeler, yamaç molozları, kolüvyonlar ve dere yataklarının gevşek tortulları ile alüvyondan ibarettir. Alüvyon dışındaki Blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki oldukça köşeli ve heterojen malzemeden oluşan yamaç molozları, fay zonuna bağlı olarak gelişen tutturulmamış düzensiz yığıntılardır. İnceleme alanının doğusu boyunca yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu uzanan fay düzleminden ve sarp yamaçlardaki kaya bloklarının fiziksel ve kimyasal ayrışmaları ile kopan farklı boyuttaki parçaların yamaç üzerinde birikmeleri sonucu oluşmuşlardır. Yamaç molozunu oluşturan malzemelerin cinsi, koştukları ana kayanın cinsine bağlı olarak değişmekte olup, tane büyüklükleri batıya doğru giderek küçülür ve aynı yönde basamaklı bir topoğrafya oluşturur.

4.1.5 Alüvyon (Qal)

İnceleme alanının özellikle topoğrafik eğiminin azaldığı alanlarda geniş bir yayılım gösterir. Düzensiz bir şekilde çakıl, kum, silt ve kilden oluşur.

4.2 Yapısal jeoloji

Denizli havzası, Ege Bölgesinin doğu uzantısında, Menderes grabeni ile Gediz grabeninin kesiştiği bölgede, kuzey ve güney taraflarında birçok diri ve normal faylarla sınırlandırılmış, yaklaşık 50 km uzunlukta (D-B) ve 20 km genişlikte (K-G) bir havzadır. İnceleme alanı ise, Denizli il merkezinin 13 km kadar güneydoğu kesiminde bir yan havza niteliğindedir. Çukurköy Havzası olarak adlandırılan bu havza, doğuda Honaz, batıda ise Ortaca Dağı'nın oluşturduğu iki horst tarafından kuşatılmış bir grabendir. Her iki tarafta grabeni sınırlayan faylar sismik bakımdan aktif durumda olup, güncel depremler üretme

potansiyeline sahiptirler. Doğudaki fay KB-GD; batıdaki ise KD-GB doğrultulu olduğundan, güneye doğru birbirlerinden uzaklaşırlar. Buna bağlı olarak havza, güneydeki Tavas Ovası'na doğru genişleyen bir üçgen şeklindedir. Güney kesimde havzayı Tavas ovasından ayıran ve doğu ve batı taraflara göre nispeten daha düşük kotlardaki sırtlarda topoğrafyanın şekillenmesinde etkili olacak bir faylanma gelişmemiştir. Havzaya adını veren Çukurköy, bu grabenin orta kesiminde, yumuşak bir topoğrafya ile kuzeye doğru hafif eğimli olan düzlük üzerinde yer alır. Köyün üzerinde oturduğu düzlük, kenar faylarının sarplıklarından türeyen ve çok büyük bloklar içermeyen Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu ve birikinti konilerinden oluşur [9]-[11],[14],[18]-[20],[24].

5 Hidrojeoloji

Çukurköy, Gökpınar Barajı'nın su toplama havzası içinde yer alır. Çukurköy grabeni olarak adlandırılan bu havzanın su bölüm hattı, doğuda Honaz Dağı'nın zirvesinden, Batıda Ortaca Dağı'nın doğu tarafında kalan tepelerden, Güneyde ise, havzaya göre daha yüksek kotlarda bulunan Tavas ovası ile havza arasındaki fazla yüksek olmayan sırtlardan geçer. İnceleme alanındaki en önemli yüzeyel akışlar, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritadaki adlandırmaya göre, Okçuici Dere, Kocadere ve Akpınar Dere'dir. Bu üç dere, havza kuzeyindeki dar bir boğazda birleşerek Büyük Menderes Nehri'nin önemli yan kollarından biri olan Gökpınar Deresini oluşturur. Dolayısıyla bu yüzeyel akışlar, havza üzerine düşen yağışları, yüzeyden ve yüzeyin hemen altındaki sığ derinliklerden havza kuzeyine doğru drene eder. Drenaj alanı nispeten küçük ve beslenimleri tamamen yağışlara bağlı olduğundan, debileri de mevsimlere göre ani değişim gösterir. Bunlar dışında, morfolojisi havza kenarındaki faylar ve sarp tepeler tarafından denetlenen, yalnızca mevsimsel ani yağışlar ile akışa geçen ve drenaj alanlarının kısıtlı olması nedeniyle çok büyük sellenme riski oluşturmayan, yüksek eğimli yataklara sahip yan dereler mevcuttur. Bazı kesimlerde Çukurköy'ün de üzerinde yer aldığı yamaç molozu ve birikinti konisi gibi sedimanter oluşuklar, bu dereler tarafından çevredeki tepe ve yamaçlardan koparılıp taşınan malzemelerden oluşmuştur. Çok genç, henüz pekişmemiş, tutturulmamış, kalın ve gevşek yapılu bu düzensiz sedimanter yığılımlar, üzerine geldikleri birimlere göre yerel permeabilite artışlarına neden olduklarından hidrojeolojik olarak sığ yeraltı suyu rezervini oluştururlar.

Honaz Dağı'nın batı yamaçları boyunca irili ufaklı birçok kaynak yer alır. Bunların bir kısmı, her kurak mevsimde, bir kısmı da, bölgeye düşen yıllık yağışlara ait ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma değerlerinin üst üste negatif olduğu kurak periyotlarda kurur. Çoğunlukla yüksek debili ve her mevsim akar durumda olan bazı kaynakların suları ise yerel yönetim ve yöre halkı tarafından içme, sulama ve kullanma suyu temin etmek amacıyla üzerine kaptaj inşa edilerek alınmış, ya da çeşme haline getirilerek ortak kullanıma sunulmuştur. Çukurköy, içme ve kullanma suyunu bu kaynak ve çeşmelerden temin etmektedir. Köyün yerleşim alanları içinde de her biri yaklaşık 2.5 l/sn debiye sahip olan 2 adet doğal su kaynağı, kaptajları yapılmış olarak ortak kullanımdadır.

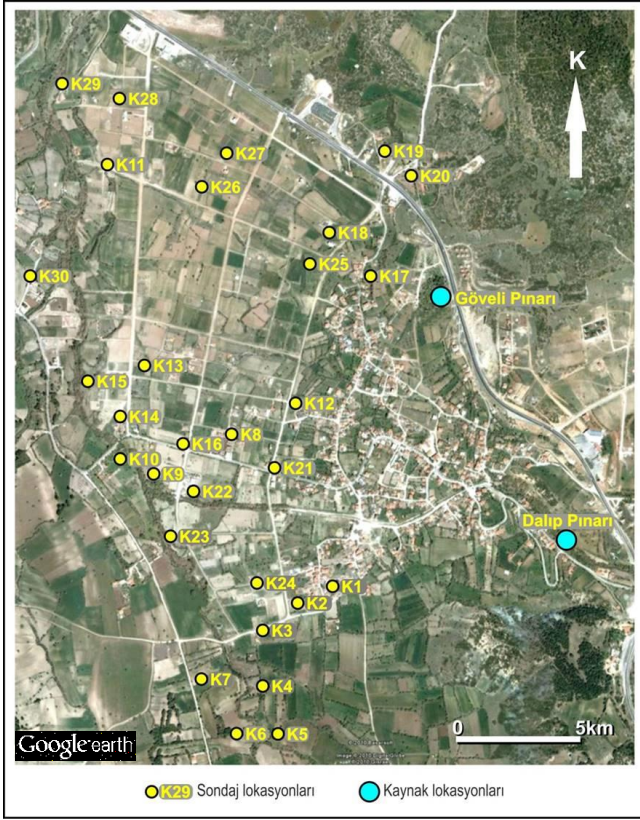
İnceleme alanında, doğal su kaynaklarına ilaveten köy içinde ve yakın çevresindeki tarla ve bahçelerde yöre halkı tarafından değişik tarihlerde açılmış olan sığ sondaj kuyularının çoğunun üzeri betonla tamamen kapatılmış

durumdadır. Bu nedenle kapalı olan sondajlarda gözlemsel bir çalışma yapılamamış, ancak 28 tanesinde düdüklü metre ile mevsimsel yağışların henüz etkili olmadığı Ekim 2009 dönemine ait seviye ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca gerekli olan kesimlerde 100 Hz GPR (Ground Penetration Radar) ile farklı uzunluklarda 15 ayrı profil boyunca toplam 11.716 km kayıt alınmıştır (Tablo 1, Şekil 4, 5).

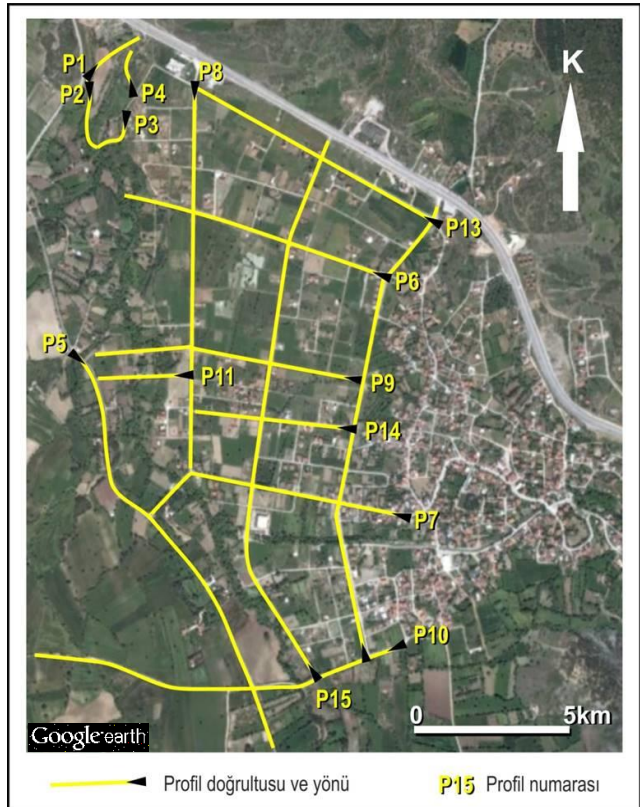
İnceleme alanının doğusunda yer alan Honaz Dağı, 2571 metre yüksekliği ile Ege Bölgesinin en yüksek noktasıdır. Su kaynakları, tabaka konumları ve yeraltı suyu akım yönü, graben özelliği gösteren havzanın derin yeraltı suyu varlığının hemen hemen tamamen, Honaz tarafındaki faylara bağlı olduğunu gösterir. Çukurköy grabenini batı ve kuzeybatı tarafından fay sarplıkları ile kuşatan dağlar, diğer tarafta Denizli'nin de içinde yer aldığı Menderes Graben'inin güneyindeki dağları oluşturan horst özelliğindedir. Bu horstu oluşturan ve Çukurköy tarafına bakan faylar, yeraltı suyu bakımından zengin olan tepelere düşen yağışları grabenin orta kesimine doğru değil, kuzeyde havza boşalımının gerçekleştiği dar boğaza kanalizasyon ederek, Denizli Belediyesi'nce şehrin içme suyunun yaklaşık üçte birinin sağlandığı Gökpınar, Derindere ve Yukarı Santral kaynaklarını besler. Yani, yeraltı suyu bakımından grabenin batı tarafından beslenimine önemli ölçüde katkı sağlamaz.

Tablo 1: İnceleme alanındaki ölçüm yapılan sondajlara ait lokasyon ve yeraltı suyu seviyeleri.

Kuyu No	X (Enlem)	Y (Boylam)	Z Kot (m)	YAS derinliği (m)	YAS kotu (m)
K1	37.40817	29.12748	793	11.4	781.6
K2	37.40781	29.12663	789	7.9	781.1
K3	37.40726	29.12589	784	4.3	779.7
K4	37.40627	29.12603	791	4.6	786.4
K5	37.40539	29.12601	790	4.0	786.0
K6	37.40537	29.12551	784	3.7	780.3
K7	37.40633	29.12462	787	9.9	777.1
K8	37.41081	29.12487	774	10.7	763.3
K9	37.41002	29.12317	764	1.2	762.8
K10	37.41019	29.12244	773	2.0	771.0
K11	37.41557	29.12176	749	42.5	706.5
K12	37.41114	29.12624	801	23.0	778.0
K13	37.41173	29.12246	772	7.7	764.3
K14	37.41101	29.12229	764	7.7	756.3
K15	37.41163	29.12157	761	1.0	760.0
K16	37.41057	29.12387	773	8.0	765.0
K17	37.41383	29.12788	803	17.7	785.3
K18	37.41459	29.12688	780	26.3	753.7
K19	37.41612	29.12808	788	17.5	770.5
K20	37.41587	29.12864	790	14.6	775.4
K21	37.41024	29.12599	788	15.0	773.0
K22	37.40971	29.12403	779	7.8	771.2
K23	37.40890	29.12365	780	1.9	778.1
K24	37.40813	29.12562	787	8.8	778.2
K25	37.41399	29.12650	785	25.5	759.5
K26	37.41530	29.12393	757	18.0	739.0
K27	37.41592	29.12442	755	22.0	733.0
K28	37.41680	29.12190	739	17.8	721.2
K29	37.41700	29.12060	725	15.0	710.0
K30	37.41347	29.12008	740	4.6	735.4



Şekil 4: İnceleme alanındaki ölçüm yapılan sondaj ve kaynak lokasyonları (K20= Kuyu No).



Şekil 5: GPR profil güzergahları.

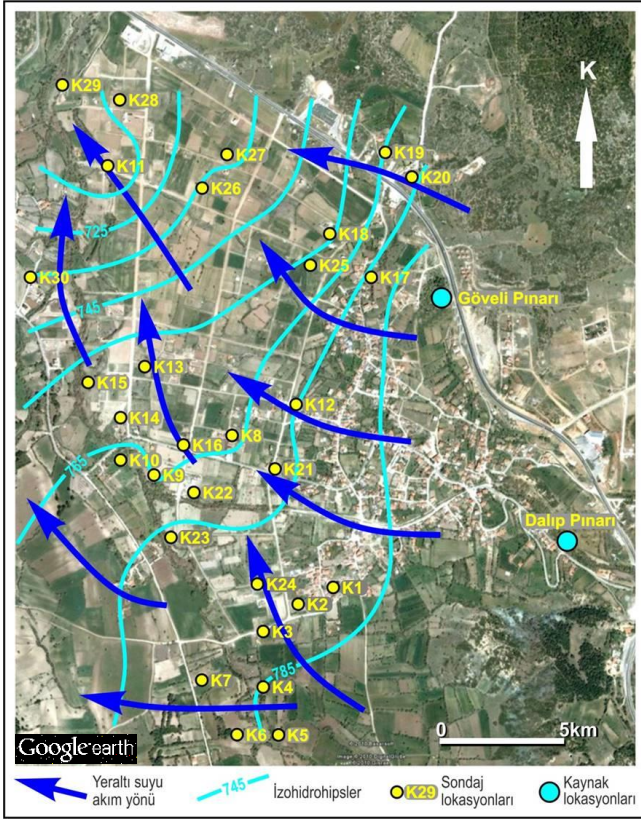
Benzer şekilde, havza güneyini Tavas Ovası'ndan ayıran ve yumuşak bir topoğrafyaya sahip olan sırtları oluşturan Mortuma ve Yatağan formasyonuna ait düzensiz ardalımalı çamurtaşı, kiltası ve marn tabakalarının güneye doğru, yani havza dışına eğimli olan tabaka konumları ve düşük permeabiliteleri havzanın Tavas Ovası ile hidrojeolojik ilişkisini Çukurköy adına olumsuz olarak etkiler. Bu nedenle, havza batısındaki Karataş Köyü ile güneydeki Tavas tarafında bulunan topoğrafik yükseltilerden havza için önemli miktarlarda yüzey ve yeraltı suyu beslenimi öngörülmektedir.

Honaz Dağı; hem yüksekliği bakımından, hem de yüzey alanı ve kütlesi bakımından, eteklerinde yer alan daha düşük kotlardaki bütün beldeler için yeraltı suyu bakımından büyük bir kaynak niteliğindedir. Bu durum Çukurköy ve yakın çevresindeki yeraltı su tablası haritasındaki izohidrohipslerin konumlarından da bellidir (Şekil 6). Bu haritaya göre sığ yeraltı suyu akım yönü Honaz dağı fay sarplıklarından havza çıkışındaki dar boğaza doğrudur. Bu durum havzanın yüzeyel akışı ile de benzerlik sunar. Yani havzanın hem yüzeyden hem de yeraltından doğal su boşalmaları güneydoğudan kuzeybatıya doğrudur. Yamaç molozu, birikinti konisi ve alüvyonu oluşturan sedimanter malzemelerin tane büyüklüklerinin batıya doğru giderek küçülmesine bağlı olarak akış aşağı kesimlerde yukarı kesimlere göre nispeten yerel permeabilite azalmaları meydana gelir. Bu da eş su eğrileri arasındaki mesafenin kuzeybatıya doğru gidildikçe azalmasına ve dolayısıyla hidrolik eğimin artmasına neden olur. Bu bakımdan havza drenajının gerçekleştiği kuzeyindeki düşük kotlarda açılacak olan sığ sondajlar yukarı seviyelerdekiler kadar verimli değildir. Sığ yeraltı suyunun yüzeyden itibaren derinliği su tablası ve yüzey topoğrafyası arasındaki birimlerin hidrojeolojik özelliklerine göre değişir. Bu durum eş derinlik haritasında gösterilmiştir (Şekil 7).

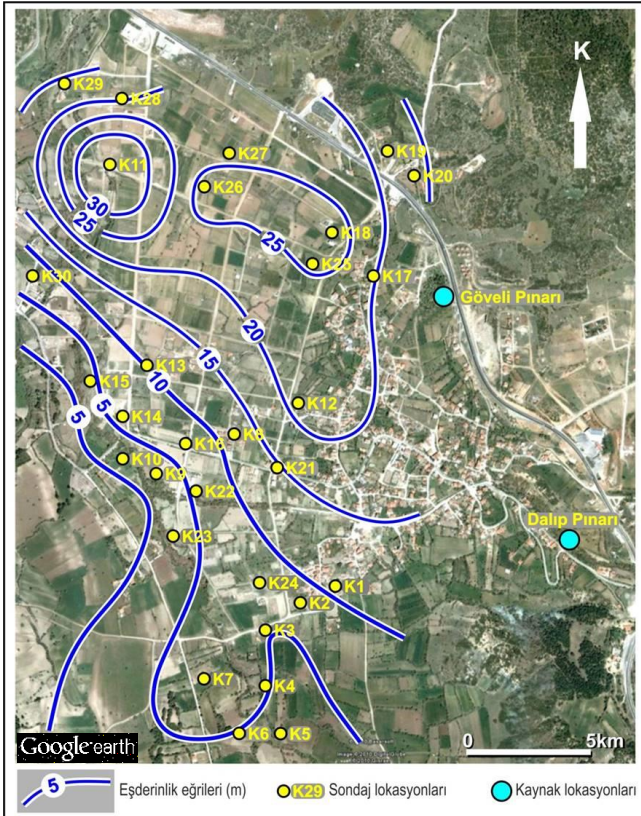
Çukurköy içindeki yumuşak topoğrafyaya sahip düzlüklerin herhangi bir noktasında yeraltı suyu derinliği bu haritaya bakarak anlaşılabilir. Açılacak olan sondaj, çukur, kuyu, yarma, galeri ve benzeri yapılarda hangi derinliklerde su ile karşılaşılacağı konusunda öngörülebilir. Ancak, doğuda havza sınırını oluşturan Çukurköy'ün de üzerinde yer aldığı çakıl, kum, silt ve kilden oluşan kolüvyonal malzemelerin yanal ve düşey doğrultularda düzensiz yayılım göstermesinden dolayı, işletilmek istenen suyun debisi yerel permeabilite farklılıklarına bağlı olarak kısa mesafelerde ani değişiklikler gösterebilir. Mevsimler ve yağışlı-kurak dönem farklılıkları da bu değişimlerde en önemli etkidir. Özellikle kurak geçen yılların arka arkaya devam etmesi durumunda, yeraltı suyu işletimi yapılan kaynak, kuyu, sondaj ve benzeri su alma yapılarının verimleri üst kotlardan başlamak kaydıyla giderek azalır ve hatta tamamen kuruyabilir. Bu bakımdan, daha derinlerde bulunan asıl yeraltı suyu rezervinden kapasite ve özellik olarak ayrılan sığ yeraltı suları, küçük ve bireysel amaçlı kullanımlar dışında büyük çaplı beklentiler için yetersizdir. Debi, süreklilik ve sağlık bakımından daha güvenilir yer altı suyu işletimi için, daha derinlerdeki yeraltı suyu rezervlerine ulaşmak gerekir.

6 Sonuçlar

Sığ yeraltı suları yüzeyden itibaren derinlikleri eş derinlik haritasında görüldüğü gibi, en fazla 30 metredir (Şekil 7). Yani, tulumba, keson kuyu ya da sığ sondajlar ile kolayca işletilebilecek derinliklerdedir.



Şekil 6: Yeraltı su tablası haritası
(oklar akım yönünü göstermektedir) (Ekim 2009).



Şekil 7: Yeraltı su eş derinlik haritası (m) (Ekim 2009).

Ancak, işletilmek istenen suyun miktarı ve debisi kısa mesafelerde zamana bağlı olarak ani değişiklikler gösterebilir. Mevsimler ve yağışlı-kurak dönem farklılıkları bu değişimlerde en önemli etkidir. Özellikle kurak geçen yılların arka arkaya devam etmesi durumunda, yeraltı suyu işletimi yapılan kaynak, kuyu, sondaj ve benzeri yapıların verimleri zamanla üst kotlardan başlayarak azalır ve hatta tamamen kuruyabilir.

Sığ yeraltı suları, küçük ve bireysel amaçlı işletimler için, aşırıya kaçılmamak kaydıyla uygun olabilir. Ancak, bunun dışında daha büyük çaplı beklentiler için yetersizdir. Daha yüksek debi, sağlık bakımından da daha güvenilir ve sürdürülebilir yer altı suyu işletimi için, daha derinlerde olan asıl yer altı suyu rezervlerine ulaşmak gerekir.

Çukurköy ve yakın çevresinde kanalizasyon bulunmamaktadır. Fosseptik çukurlarının standartlara uygunluğu konusunda ciddi bir denetim yapılamamaktadır. Bu bakımdan bu suların kullanımı için düzenli ve periyodik kimyasal ve biyolojik analizlerinin yaptırılması kaçak sondaj ve kuyu açmalarının da önlenmesi gereklidir.

7 Kaynaklar

- [1] Griffin S, Pippett T. "Geophysical and Remote Sensing Methods for Regolith Exploration". CRLEME Open File Report 144, 80-89, 2002.
- [2] Kadioğlu YK, Kadioğlu S, "Determination of thicknesses and discontinuities in a marble area by ground penetrating radar (GPR) method". *Journal of Engineering and Architecture Faculty of Selçuk University*, 21(1-2), 127-136, 2006.
- [3] Stickley GF, Noon DA, Cherniakov M, Longstaff ID. "Gated stepped-frequency ground penetrating radar". *Journal of Applied Geophysics*, 43(2-4), 259-269, 2000.
- [4] Hakyemez HY. "Kale-Kurbalık (GB Denizli) bölgesindeki senozoyik yaşlı çökel kayaların jeolojisi ve stratigrafisi". *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 109, 9-21, 1989.
- [5] Okay A. "Denizli'nin güneyinde Menderes masifi ve Likya Naplarının jeolojisi". *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 109, 45-58, 1989.
- [6] Dora OÖ, Kun N, Candan O. "Menderes masifi'nin metamorfik tarihçesi ve jeotektonik konumu". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 1-14, 1992.
- [7] Graciansky PC. "Le Massif cristallin du Menderes (Taurus Occidental, Asie Mineure): Un exemple possible de vieux socle granitique remobilise: Rev. Geogr. Phys". *Geologie Dynamique*, 8(4), 289-306, 1966.
- [8] Başarı E. "Bafa Gölü Doğusunda Kalan Menderes Masifi Güney Kanadının Jeolojisi ve Petrografisi". *Fen Fakültesi İlmî Raporlar Serisi*, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 102, 1970.
- [9] Alkanoglu E. *Geologisch-Petrographische und Geocemische Untersuchungen am Südostrand Des Menderes-Massives in West Anatolien Turkei*. PhD Thesis, Bochum University, West Germany, 1978.
- [10] Çağlayan A, Öztürk E, M, Öztürk, Z, Sav H, Akat U. "Menderes masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum". *TMMOB Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 10, 9-17, 1980.
- [11] Okay A. "Bafa Gölü-Muğla-Uşak arasında Menderes Masifi ve Allohton Birimlerin İlişkisi ve Metamorfizması". *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Arama Grubu Raporu*, Ankara, Türkiye, 2030, 1985.

- [12] Konak N, Akdeniz N, Öztürk EM. *Geology of the South of Menderes Massif*. Guide Book for the Field Excursion Along Western Anatolia, Turkey, 42-53, 1987.
- [13] Becker JD, "Lithostratigraphische untersuchungen im kanozoikum südwest-anatoliens (Turkei) beihefte zum geologischen jahrbuch". *Heft*, 97, 1-244, 1970.
- [14] Altınlı E. "Denizli Güneyinin Jeolojik İncelemesi". Maden Tetkik Arama, Ankara, Türkiye, 2794, 1954.
- [15] Okay Aİ. "Bafa Gölü-Muğla-Uşak Arasında Menderes Masifi ve Alloktan Birimlerin İlişkisi ve Metamorfizması". Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Arama Grubu Raporu, Ankara, Türkiye, 2030, 1985.
- [16] Sun S. "Denizli-Uşak Arasının Jeolojisi ve Linyit Olanakları". Maden Tetkik Arama, Ankara, Türkiye, 9985, 92, 1990.
- [17] Dumont JF, Uysal Ş, Şimşek Ş, Karamandere İH, Letouzey J. "Güneybatı Anadolu'daki grabenlerin oluşumu". *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 92, 7-17, Ankara, 1979.
- [18] Koçyiğit A. "Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim". *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27, 1-16, 1984.
- [19] Konak N, Akdeniz N, Öztürk NM. *Geology of the South of Menderes Massif*. Guide Book for the Field Excursion along Western Anatolia, Turkey 42-53, 1990.
- [20] Şengör AMC, Yılmaz Y. *Türkiye'de Tetis'in Evrimine Levha İçi Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım*. T.J.K. Özel Dizi, Ankara, 1983.
- [21] Şimşek Ş. "Denizli-Kızıldere-Tekkehamam Tosunlar-Buldan-Yenice Alanlarını Jeolojisi ve Jeotermal Olanakları". Maden Tetkik Arama, Ankara, Türkiye, 7846, 1984.
- [22] Taner G. "Denizli bölgesi neojenin paleontolojik ve stratigrafik etüdü". *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 85, 45-65, 1974.
- [23] Tüfekçi M. "Denizli-Çal-Çardak-Çivril-Afyon-Dazkırı Kömürlü Neojen Jeoloji Raporu". Maden Tetkik Arama Ege Bölgesi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, Küt. No: KÖ/70 1984.
- [24] Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Merkezi. "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası". Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Merkezi, Ankara, Türkiye, 1997.