

Patara-Kekova Tatlı Su Boşalımlarının ve Denizaltı Mağaralarının Araştırılması

**Mehmet Öztan⁽¹⁾, Yalın Baştanlar⁽²⁾, Güzden Varinlioğlu⁽³⁾,
Serdar Hamarat^(3,4), Haldun Ülkenli^(2,5), Nur Özyurt^(1,6) ve
Serdar Bayarı^(1,7)**

- ⁽¹⁾ *Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Hidrojeoloji Müh. ABD, 06532, Beytepe, Ankara*
E-posta: mehmet_oztan@yahoo.com
- ⁽²⁾ *Mağara Dalışı ve Araştırmaları Grubu - ODTÜ Sualtı Topluluğu,*
E-posta: yalinb@yahoo.com
- ⁽³⁾ *Mağara Dalışı ve Araştırmaları Grubu - Sualtı Araştırmaları Derneği,*
E-posta: guzden@bilkent.edu.tr
- ⁽⁴⁾ *E-posta: serdar.hamarat@karel.com.tr*
- ⁽⁵⁾ *E-posta: ulkenli@metu.edu.tr*
- ⁽⁶⁾ *Tel: (312) 2976451, E-posta: nozyurt@hacettepe.edu.tr*
- ⁽⁷⁾ *Tel: (312) 2977740, E-posta: serdar@hacettepe.edu.tr*

Özet

Bu çalışmada Batı Toroslar'ın Patara-Kekova bölümü, tatlı su boşalımları ve kıyı-denizaltı mağaraları açısından incelenmiştir. Disiplinler arası bir yaklaşımla yürütülen çalışmada uydu görüntüleri ile jeolojik, tektonik, morfolojik ve topografik veriler kullanılmış, 0m-30m derinlik aralığında tarama dalışları yapılmış, yerinde fiziksel-kimyasal ölçümler gerçekleştirilmiş, kimyasal ve izotopik özellikler laboratuvar çalışmaları ile belirlenmiştir. Ön çalışmalar sonucunda incelenen alanın tatlı su katkısı %60'a ulaşan çok sayıda tatlı su boşalımı ile 6 adet önemli kıyı-denizaltı mağarası içerdiği belirlenmiştir.

Giris

Türkiye'nin güney kıyılarında başlıca su kaynağı yeraltısuyu olup, yeraltısuyu taşıyan jeolojik birimlerin (akifer) doğrudan denizle temasta olmaları nedeniyle büyük oranda su kontrolsüz biçimde denize boşalmaktadır. Anılan bölgede tarımsal faaliyetlerin yıl boyu sürdürülmesi, turistik faaliyetler nedeniyle nüfusun yılın yarısı boyunca önemli düzeyde artış göstermesi tatlı su kaynaklarına olan talebi arttırmaktadır. Güney kıyılarımızın anakara bölümünü oluşturan Toros Dağları büyük oranda karbonatlı kayalar içermekte olup, söz konusu birimler karstlaşma olarak adlandırılan - kayaların karbondioksitçe zengin yeraltısuyu tarafından çözülmesini içeren-hidrojeolojik sürecin etkisi altındadırlar. Özellikle kırık, çatlak ve ezik zonlar boyunca gelişen karstlaşmanın bir sonucu olarak akiferlerde yeraltısuyu akımı büyük oranda akım kanalları, kırık-çatlaklar ve mağaralar boyunca gerçekleşerek sahil kaynakları (SAK), denizaltı kaynakları (DAK) ve yaygın sızma (YAS) şeklinde denize boşalmaktadır. Türkiye'nin güney kıyıları boyunca jeolojik yapının uygun olduğu alanlarda denize yeraltısuyu boşalımı yaygın olarak gerçekleşen bir süreçtir. Bilinen tatlı su boşalım alanlarının başlıcaları arasında Gökova-Akyaka, Patara-Kekova, Antalya Körfezi ve Ovacık-Gilindire (İçel) bölgeleri yer almaktadır. Tatlı suya olan gereksinimin sürekli artış göstermesine karşın söz konusu alanlarda denize olan tatlı su boşalımları günümüze değin yeterince araştırılmamıştır. Konuyla ilgili kapsamlı ilk çalışma Gilindire ve Ovacık (İçel) bölgesinde gerçekleştirilmiştir (Günay, 1965; 1968; 1971). Khout (1977), DSİ adına yürüttüğü çalışmasında Türkiye kıyılarındaki tatlı su boşalımları ve bunların geri kazanılması hakkında genel bir değerlendirme yapmıştır. İçel bölgesindeki yeraltısuyu boşalımlarının konumları üzerinde anakaradaki kırık sistemlerinin etkisi Elkhatib (1987) tarafından incelenmiştir. Kaş-Kalkan dolayında denize tatlı su boşalımına kaynaklık eden akifer Elkhatib (1992) tarafından incelenmiş, başlıca SAK'ın konumları ile kırık sistemleri arasındaki ilişki belirlenmiştir. Kurttaş ve Bayarı (1999), Kurttaş ve diğerleri (1999), Kurttaş ve diğerleri (2000), Bayarı ve Kurttaş (2002) çalışmalarında Gökova-Akyaka bölgesindeki tatlı su boşalımlarını kimyasal ve izotopik veriler ışığında incelemişlerdir. Aydıncık-Taşucu dolayındaki tatlı su boşalımları ile ilgili kıyı mağaraları Hamarat ve diğerleri (1998) tarafından incelenmiştir.

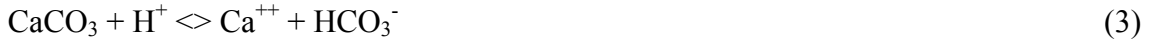
Bu çalışmanın konusunu Batı Toroslar'ın Patara-Tekirova kıyı kesimindeki tatlı su boşalımlarının konumlarının, kimyasal, fiziksel ve izotopik özelliklerinin belirlenmesi ve söz konusu boşalımlar ile anakaraya ait jeolojik yapı arasındaki ilişkinin açıklanması oluşturmaktadır. Ağustos 2003 yılında başlatılan çalışmaların 2 yıl süre ile devam ettirilmesi planlanmıştır. Araştırma belirlenen SAK, DAK, YAS, sahil mağarası (SAM) ve denizaltı mağarası (DAM) konumlarının yanısıra, bunlarla ilgili jeolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal, izotopik, ısısal-kızılötesi uydu görüntüsü verilerinin coğrafi bilgi sistemine dayalı biçimde derlendiği disiplinler arası bir yaklaşımla yürütülmektedir. Araştırmanın Ağustos 2003 – Ocak 2004 arasında yürütülen bölümünde Patara-Kekova bölgesi incelenmiş olup, bu bildiriye ön bulgular sunulmaktadır.

Karstlaşma ve Kıyı-Denizaltı Mağaralarının Oluşumu

Yeraltısuyu yağış sonrası yüzey altına süzülen sudan oluşur. Süzülmenin ilk aşamasında toprak zonundan geçen su bu alandaki bakteriyel ve diğer organik faaliyetlerin bir ürünü olan karbondioksit gazını (CO₂) çözünme yoluyla bünyesine alarak gazlı içeceklerde de kullanılan karbonik asidin (H₂CO₃) oluşmasına neden olur.



Zayıf bir asit olmasına karşın karbonik asidin ayrışması ile oluşan proton (H⁺), özellikle karbonatlı kayaları (ör: kireçtaşı, dolomit) oluşturan kalsit (CaCO₃) ve/veya dolomit (CaMg(CO₃)₂) minerallerinin çözünmesine neden olur.



Diğer yandan, buharlaşma süreçleri sonucunda oluşan evaporitik kayalar (ör: Anhidrit; CaSO₄) karbonik asidin varlığına gerek duymaksızın, doğrudan suyla temas sonucu da çözünürler. Yeryüzeyinde daha geniş bir dağılıma sahip olmalarından dolayı anılan çözünme süreçleri ve ilgili yüzey ve yeraltı morfolojik yapıları karbonatlı kayalarda daha yaygın olarak gözlenmektedir. Özetle, “karstlaşma” yukarıda anılan süreçleri, “karst” ise ilgili yüzey ve yeraltı morfolojisini tanımlayan genel terimler olarak kullanılmaktadır. Yüzeyde yer alan düz satırlı ovalar, akarsuların içinde kayb olduğu subatanlar, mağaralar, yüksek debili anakara ya da denizaltı-kıyı kaynakları karstik alanların yaygın morfolojik ve hidrolojik bileşenlerini oluştururlar.

Yeraltısuyu akışı sırasında daha az dirençle karşılaacağı rotaları tercih eder ya da bu rotalardan daha yüksek miktarlarda akma eğilimindedir. Kayalar içinde çeşitli nedenlerle oluşan kırık ve çatlaklar bu açıdan tercih edilen akım rotalarını oluştururlar. Karbonik asit içeren yeraltısuyunun bu rotalardaki akışı sırasında devam eden karbonat minerali çözünmesi zamanla milimetre ile onlarca metre arasında değişen genişliğe ve kilometrelerce uzunluğa sahip yeraltı akım kanallarının ve bunlarla ilgili mağaraların oluşmasına neden olur. Karstik akım kanalları genel olarak dalları yüzeyden başlayıp gövde ve kökü yerin derinliklerine uzanan bir ağaçla benzeştirilebilir. Sonuç olarak dallardan gövdeye doğru gelişen yeraltısuyu akımı gövde üzerinden köke iletilerek bu kısımda yüksek debili kaynakların ve mağaraların oluşmasına neden olur. Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı, karstik ortamlarda yeraltısuyuna ancak akım kanalları ağacının dal, gövde ve kök kısımlarında ulaşılabilir. Diğer kesimlerde ekonomik değer taşıyan miktarlarda su ile karşılaşılması olası değildir. Karstik olmayan ortamlarda (ör: alüvyal ovalar) yeraltısuyuna herhangi bir noktada yapılan sondajlar ile ulaşmak mümkün iken, karstik ortamlarda ancak akım ağacına ulaşılması ile mümkündür.

Denizle temasta olan kayalarda yeraltısuyu doğal olarak ulaşabileceği en düşük kot olan deniz seviyesine doğru hareket eder. Karstik olmayan ortamlarda bu hareket deniz-kara arayüzeyinin her bölümünde hemen hemen eşit miktarda (yaygın olarak), karstik ortamlarda ise akım ağacı yapısından dolayı akış ancak bazı alanlarda (yerel olarak) gerçekleşir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak karstik kayaların denizle temas yüzeylerinde yerel yeraltısuyu boşalmaları oluşur. Boşalmanın büyüklüğü (debisi) diğer (mevsim v.b.) faktörlerin yanısıra kıyı-deniz arayüzeyinin akım ağacını nereden kestiğine bağlıdır.

Çalışma Yöntemi

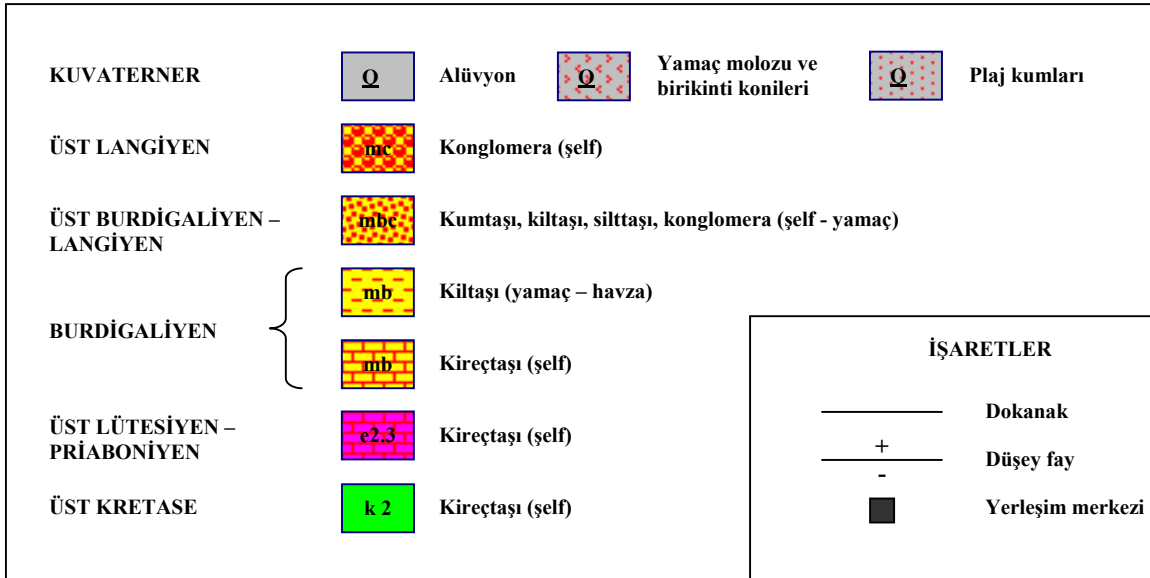
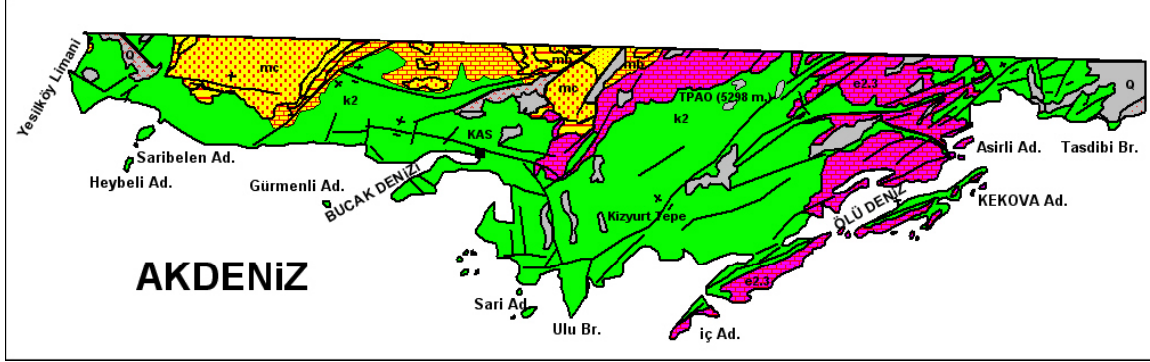
Tatlı su boşalımlarının belirlenmesi için öncelikle ısısal banda ait Landsat TM uydu görüntüleri incelenmiş ve anomali gözlenen noktaların koordinatları dalışlar yoluyla incelenmek üzere belirlenmiştir. Öte yandan, gerek tatlı su boşalımlarının ve gerekse tatlı su boşalımı içeren/içermeyen kıyı-denizaltı mağara konumlarının uydu görüntülerinden belirlenememesi olasılığına karşın sahada da tarama dalışları yapılmıştır. Patara-Kekova arasında Ağustos-Eylül 2003'te yürütülen tarama dalışlarında tüm kıyı 0-10m (şnorkel), 10-20m (tüplü) ve 20-30m (tüplü) derinlik aralıkları için her biri iki-üç kişiden oluşan üç ayrı dalış ekibi ile taranmıştır. Tarama dalışları sırasında hissedilir sıcaklık farklılığının saptandığı alanlardan kimyasal ve izotopik kompozisyonun belirlenmesi amacıyla su örnekleri alınmıştır. Tarama dalışları sırasında belirlenen tatlı su boşalımları ve kıyı-denizaltı mağaralarının koordinatları yüzey ekibi tarafından GPS (Coğrafi Yerbelirleme Sistemi) ile belirlenmiştir. Su örneklerinin majör iyon analizleri Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği A.B.D. Su Kimyası Laboratuvarı'nda yüksek performanslı iyon kromatografi tekniği ile belirlenmiştir. Seçilen bazı noktalara ait örnekler ise duraylı izotop (oksijen-18 ve döteryum) içeriğinin belirlenmesi amacıyla Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı İzotop Hidrojeoloji Laboratuvarı'na (Viyanav-Avusturya) gönderilmiştir. Doğal radyoaktiviteye sahip trityum izotop analizleri ise Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği A.B.D. Çevresel İzotoplar Laboratuvarı'nda yapılmaktadır. Saha çalışması sırasında belirgin tatlı su boşalımı içeren alanlar ile mağaralarda yapılan dalışlarda fiziksel ve kimyasal özelliklerin (elektriksel iletkenlik, sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen v.b.) yerinde ve eşzamanlı belirlenmesi için dalıcı kontrolünde Hydrolab Data Sonde 3 cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Tatlı su boşalımı içeren denizaltı-kıyı mağaralarına ayrıca su sıcaklığının zamansal değişimini kaydetmek üzere veri kayıt cihazları yerleştirilmiştir. Derlenen verilerin toplu değerlendirme ve sunumunda kullanılmak üzere coğrafi bilgi sistemi yazılımlarından yararlanılmış, toplanan her türden ham ve işlenmiş veri elektronik ortama taşınmıştır.

Araştırma Alanı: Konum, Jeoloji ve Hidrojeoloji

Araştırma alanı, Güneybatı Anadolu'da Teke Yarımadası'nın güney kıyı şeridini oluşturmaktadır (Harita 1). Araştırılması amaçlanan kıyı şeridinin Patara ve Tekirova yerleşimleri arasındaki bölümünün uzunluğu yaklaşık 200 km olup, 2003 yılı çalışmalarında Patara ile Kekova arasında kalan 100 km'lik bölüm incelenmiştir.

Teke Yarımadası, Anadolu'nun güneyi boyunca Muğla'dan Antakya'ya ve buradan da Hakkari'ye uzanan Toros dağ kuşağının Teke Torosları olarak adlandırılan batı bölümünü oluşturur. Teke Torosları, kıyı şeridinden itibaren birkaç kilometre içerde, 1000 m. ve üzerinde uzanan dağlık bir morfolojiye sahiptir. Bölge, jeolojik açıdan ağırlıklı olarak Mesozoyik yaşlı karbonatlı kayalardan (kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı), bunlar üzerinde yer alan Neojen yaşlı karbonatlı ve kırıntılı kayalardan oluşmaktadır. Dağlar arası ovalar ile kıyı ovaları ise büyük oranda Pliyo-kuvaterner yaşlı çökelleri içermektedir. Kıyı şeridinin hemen hemen tamamı Mesozoyik ve Neojen yaşlı karbonatlı kayalardan oluşmaktadır. Bunlar arasında yer yer Neojen kırıntılı birimleri ve kıyı ovalarında ise Pliyo-kuvaterner çökelleri gözlenir. Hidrojeolojik açıdan yeraltısuyu taşıyan başlıca birimler karstik karbonatlı kayalar ve ova alüvyonlarıdır. Neojen yaşlı kırıntılılar kıyı boyunca başlıca geçirimsiz birimleri

oluştururlar. Doğal topografik gradyana bağlı olarak yeraltısuyu akımı dağlardan (kuzeyden) kıyıya (güneye) doğrudur. Karstik karbonatlı kayalarca kıyıya taşınan yeraltısuyu akımı büyük oranda kıyı çizgisini keserek iç kesimlere uzanan kırık hatları ve bunlar üzerinde gelişmiş dik vadi (kapuz) sistemlerince kontrol edilmektedir.



Harita 1: Çalışma alanı konum ve jeoloji haritası (MTA 1/250,000 ölçekli jeoloji haritasından alınmıştır).

Bulgular

Uydu görüntüsü analizleri

Araştırma alanında denize olan tatlı su boşalmalarının gerçekleşmesi olası alanlar öncelikle uydu görüntüleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla, Landsat Thematic Mapper uydusunca 26 Ağustos 1987 ve 1 Ağustos 1990 tarihlerinde alınan, bölgenin batı ve doğu kesimlerine ait görüntüler kullanılmıştır. Isısal bant verilerine uygulanan radyometrik kalibrasyon sonrası belirlenen anomali noktalarının koordinatları daha sonra saha çalışmalarında kontrol edilmek üzere derlenmiştir (Harita 2). Sahada yapılan sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri uydu görüntüsünden belirlenen noktaların tamamına yakın bölümünde tatlı su boşalmalarının varlığını göstermiştir. Tatlı su boşalım noktaları beklendiği gibi ya kıyıya paralel ya da kıyından iç kesimlere uzanan kırık hatları ve bunlara bağlı olarak gelişen vadiler ile ilişkili görünmektedirler.



Harita 2: Patara-Kekova arası Landsat TM ısısal bant görüntüsü ve belirlenen anomaliler.

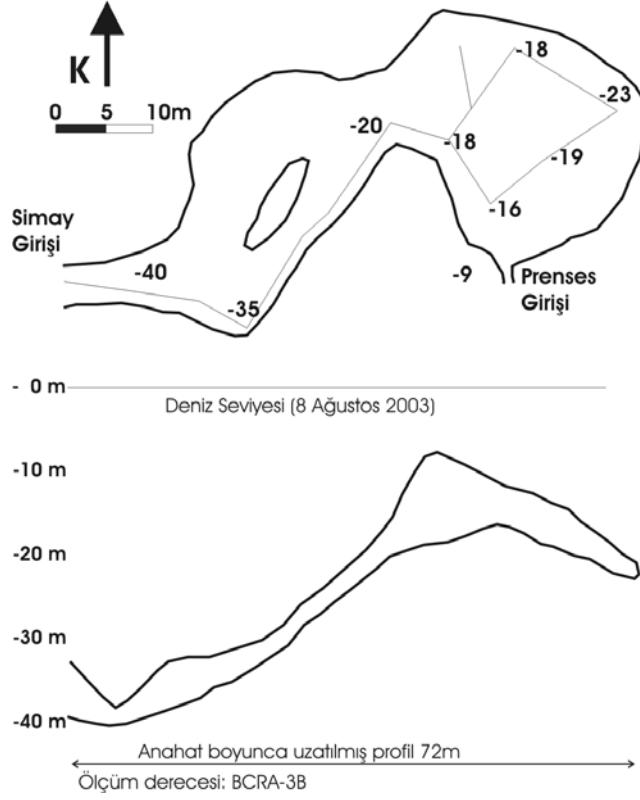
Saptanan kıyı-denizaltı mağaraları ve tatlı su boşalımları

Ağustos-Eylül 2003'te yapılan tarama dalışları sonucunda 6 adet önemli kıyı-denizaltı mağarası belirlenmiş olup, bunların konumları Harita 3'te gösterilmiştir. Anılan mağaralar batıdan doğuya doğru Prenses, Mivini, Likya Batığı, Altuğ, Buza ve İlker Kaptan şeklinde adlandırılmışlardır. İnceleme alanında söz konusu mağaralar dışında çok sayıda tatlı su içeren boşalım noktasının varlığı da saha çalışmalarında gerçekleştirilen ölçümlerle belirlenmiştir. Kasım 2003'de gerçekleştirilen saha çalışmasında ise söz konusu boşalımlarının bir bölümünde tatlı su katkısının belirgin biçimde devam ettiği gözlenmiştir.



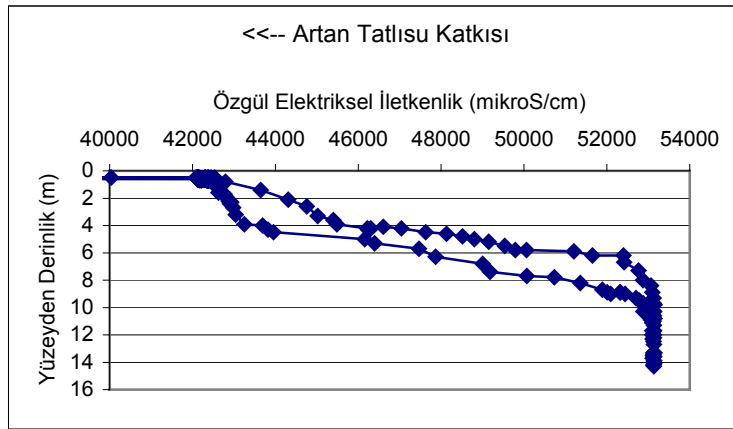
Harita 3: Kalkan-Demre bölgesinde yer alan tatlı su boşalımları (+) ve kıyı-denizaltı mağaraları (altı çizili adlar ve içi noktalı daireler).

Patara-Kekova bölgesinde yer alan denizaltı mağaralarının morfolojisi bunların gelişiminde karstik yeraltısuyu boşalımlarının etkili olduğunu göstermektedir. Önemli gözlemlerden birisi de bazı mağaraların giriş ağızlarının günümüz deniz seviyesinin oldukça altında olmasıdır (Çizim 1). Bu durumun orta-geç Pleistosen (günümüzden 0.01-1 milyon yıl öncesi) buzul çağında Akdeniz seviyesindeki alçalmaya bağlı olarak karst taban seviyesinin günümüzdekinden (deniz seviyesi) daha alt kotlara inmesiyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

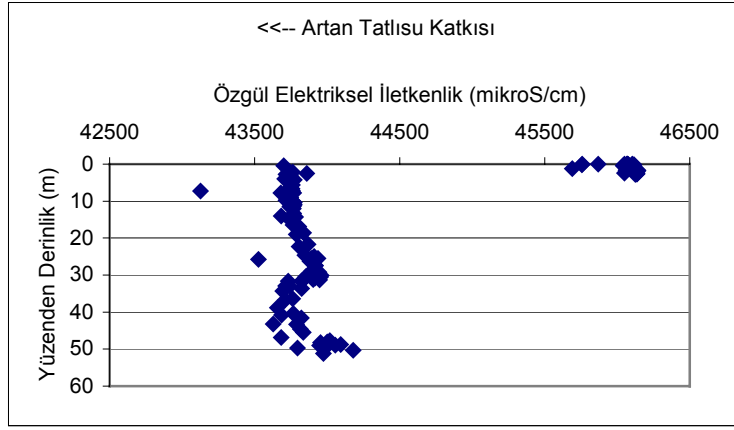


Çizim 1: Prensas denizaltı mağarası plan ve uzatılmış profili.

Diğer yandan, tatlı su boşalımı gözlenen mağaralardan alınan gerçek zamanlı ölçümler bölgede denize olan tatlı su boşalım mekanizmasının yerel olarak değişiklikler gösterdiğine işaret etmektedir. Örneğin, Buza mağarasında yapılan ölçümler tatlı su katkısının $-8m$. derinlikten yüzeye doğru uzanan derinlik aralığında geliştiğini ve yüzeye yaklaştıkça arttığını göstermektedir (Çizim 2). Buna karşın, Mivini mağarasında yapılan ölçümler tatlı su katkısının $-50m$ ile $-30m$ 'ler ve $-10m$ ile yüzey arasında gerçekleştiğini göstermektedir. Söz konusu farklılıklar kıyı-deniz arayüzeyini kesen karstik akım kanallarının farklı derinliklere ulaşması ile bağlantılı görünmektedir (Çizim 3).

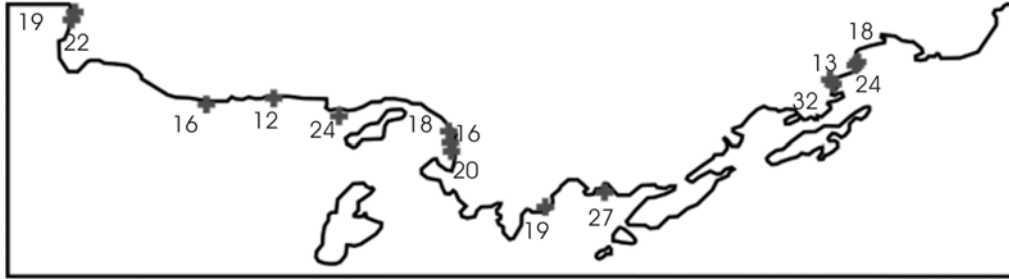


Çizim 2: Buza mağarasında tatlı su katkısını gösterir yerinde ve gerçek zamanlı ölçülmüş özgül elektriksel iletkenlik değerleri (Kasım 2003). İki farklı değerler dizisi dalış ve çıkış sırasında alınan ölçümleri göstermektedir.

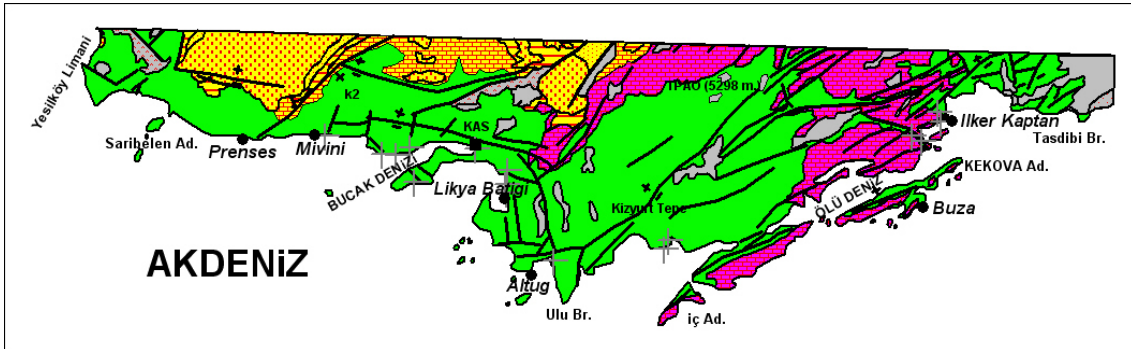


Çizim 3: Mivini mağarasında tatlı su katkısını gösterir yerinde ve gerçek zamanlı ölçülmüş özgül elektriksel iletkenlik değerleri (Kasım 2003). Tatlı su katkısının 30-50m aralığında başladığı ve etkisini yüzeye kadar koruyan güçlü bir boşalımdan oluştuğu görülmektedir.

Ağustos-Eylül 2003'te gerçekleştirilen özgül elektriksel iletkenlik ölçümlerine göre denizsuyu/tatlı su karışım oranı yerel farklılıklar içermekte, birbirine yakın boşalımlarda bile karışım oranları büyük farklılıklar gösterebilmektedirler. İncelenen boşalım noktalarında denizsuyunu olan tatlı su katkısı hacimsel olarak yüzde 50 ile 60 arasında değişmektedir. Yüksek tatlı su katkılarına genel olarak Kalkan, Kaş, Kaş-Kalkan arası ve Kekova doğusu bölgelerinde rastlanmıştır (Harita 4). Söz konusu boşalımların tümü kıyıya paralel ya da kıyıdan iç kesimlere uzanan kırık hatları ile ilişkili görünmektedir (Harita 5).



Harita 4: Ağustos 2003 ölçümlerine göre denizsuyu özgül elektriksel iletkenlik değerinin noktasal dağılımı (değerler mS/cm, denizsuyu = 55 mS/cm).



Harita 5: Patara-Kekova bölgesinde saptanan mağaralar (koyu renkli daireler) ve tatlı su boşalımlarının (+) jeolojik yapı ve kırık hatları ile ilişkisi (Harita 1 ile karşılaştırınız).

Sonuçlar ve Değerlendirme

Ağustos-Eylül ve Kasım 2003 döneminde yürütülen çalışmalar Patara-Kekova bölgesinde denize olan başlıca tatlı su boşalmalarının yüzde 50 ile 60 arasında tatlı su içerdiğini göstermiştir. Anılan boşalmalar kıyıya paralel ya da iç kesimlere uzanan kırık hatları ile ilişkili görünmektedir. Belirlenen kıyı ve denizaltı mağaralarında ağız derinliklerinin günümüz deniz seviyesinin altında bulunması bunların gelişimlerinin orta-geç Pleistosen buzul dönemleri ile bağlantılı olabileceğini göstermektedir. Devam etmekte olan bu çalışmanın ilerleyen aşamalarında elde edilecek olan ek fiziksel, kimyasal ve izotopik veriler ile araştırma alanındaki tatlı su boşalmaları hakkında daha ayrıntılı sonuçlara ulaşılması beklenmektedir.

Tesekkür

Bu araştırma kapsamındaki çalışmalar TÜBİTAK tarafından “Türkiye Kıyıları Tatlı su Boşalmalarının Geri Kazanılması: Patara-Tekirova Pilot Projesi (103Y025)”, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı tarafından “Isotopic And Chemical Characterisation of Coastal And Submarine Karstic Groundwater Discharges In Southern Turkey (RC TUR-12570)” ve Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından maddi ve araştırma altyapısı katkıları ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bayarı, C.S. ve Kurttaş, T., (2002), “Coastal and submarine karstic discharges in the Gökova Bay, SW Turkey”, *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 35, 381-390.
- Elkhatib, H., (1987), “*Hydrogeological investigation of the Ovacık submarine springs by means of remote sensing technique*”, M.Sc. Thesis, Hacettepe University, Institute of Pure and Applied Sciences, Ankara.
- Elkhatib, H., (1992), “*Kaş-Kalkan Arası Karst Hidrojeolojisi*”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Günay, G., (1965), “*İçel Gilindire ve civarı sahil ovalarının hidrojeolojik raporu*”, DSİ yayını, Ankara.
- Günay, G., (1968), “*Ovacık denizaltı kaynaklarının doğal izotoplarla yapılan jeoloji ve hidrojeoloji incelemesi*”, Yüksek Mühendislik Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara.
- Günay, G., (1971), “*Determination of the origin of Ovacık submarine springs by means of natural isotopes*”, memoires, tome 9, reunion de tokyo, pp.136-139
- Hamarat, S., Ülkenli, H., Türe, G., Bayarı, C.S., (1998), “Türkiye kıyıları Aydıncık-Taşucu deniz mağaralarının araştırılması”, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 2. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı*, Eylül 1998, Ankara, Türkiye, 81-90.

- Khout, A., (1977), “Coastal and submarine springs of the Mediterranean coast of Turkey”, DSİ Technical Report no:15, Ankara.
- Kurttaş, T., Bayarı, C.S., (1999), “Deniz seviyesi değişimlerinin kıyı kaynaklarının tuzlanmasına etkisi: Gökova karst kaynakları örneği”, *Yerbilimleri Dergisi*, Sayı 21, 185-200.
- Kurttaş, T., Bayarı, C.S., Tezcan, L., (1999), “Determination of seawater intrusion rate and possible aquifer rocks by means of hydrochemical and isotopic (^{18}O , D, T, $^{87}/^{86}\text{Sr}$) techniques (Gökova karstic springs, SW Turkey)”, (contribution no: IAEA-SM-361/76P): *International Symposium on Isotope Techniques in Water Resources Development and Management*, Vienna, Austria, 10-14 May 1999, Book of Extended Synopses (IAEA-SM-361), 247-248.
- Kurttaş, T., Bayarı, C.S., Tezcan, L., (2000), “Gökova karstik kaynaklarında denize boşalım: Hidrolojik bütçe, uzaktan algılama ve karışım hücreleri modeli”, *Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı*, MTA Genel Müdürlüęü, Ankara, c II, 531-556.