

HİD481 İzotop Hidrolojisi

11. Hafta Mersin Kıyı Akiferi, Kıyı-denizaltı Yeraltısuyu Boşalımları

Prof.Dr. C. Serdar BAYARI, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Hidrojeoloji Anabilim Dalı



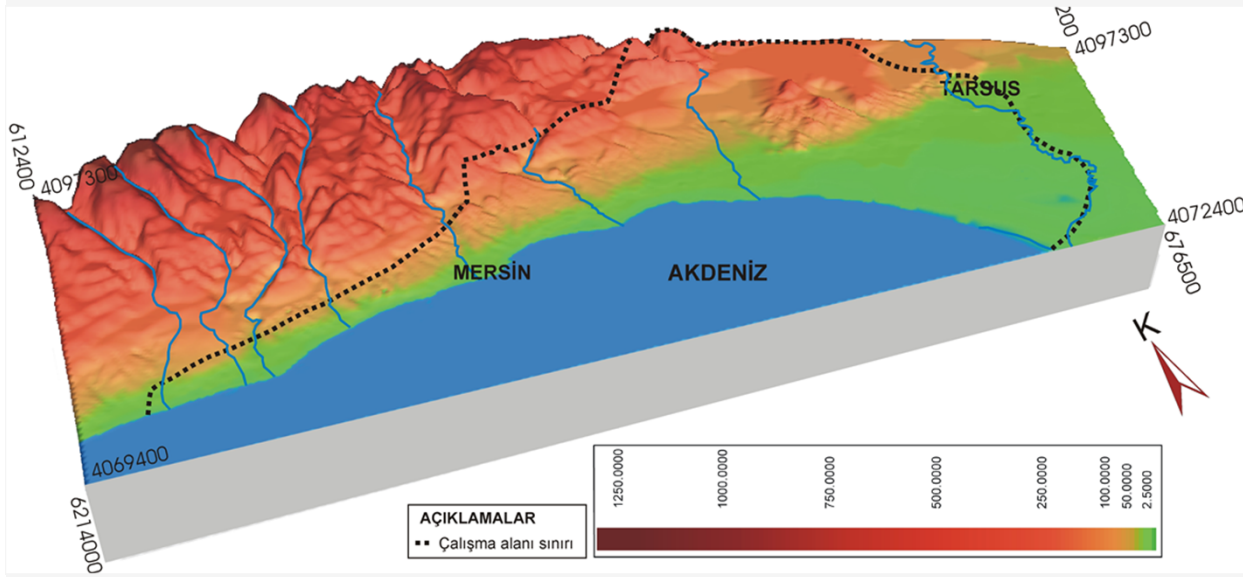
Kaynak kitap: Clark & Fritz, Environmental Isotopes in Hydrology



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

Hatipoğlu, Z., 2004, Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 142s.

Kıyı akiferi yöredeki başlıca su kaynaklarından birisi. Bu kaynağın sürdürülebilir kullanımı için öncelikle hidrojeolojik sistemin karakterizasyonu (nasıl işlediğinin anlaşılması) gerekiyor. Sonuçta elde edilen bilgiye "Hidrojeolojik Sistemin Kavramsal Modeli" deniyor. Sayısal Yeraltısu Akım Modeli yapmak için öncelikle güvenilir bir Kavramsal Hidrojeolojik Model yapmak gerekir.



Havzanın üst bölümü Toroslara uzanıyor. Çalışma alanı havzanın Akdeniz boyunca uzanan etek kısmını kapsıyor. Endüstriyel, tarımsal faaliyetler yoğun. Yazlık yerleşimler (ikinci konut) yoğun.



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

AÇIKLAMALAR

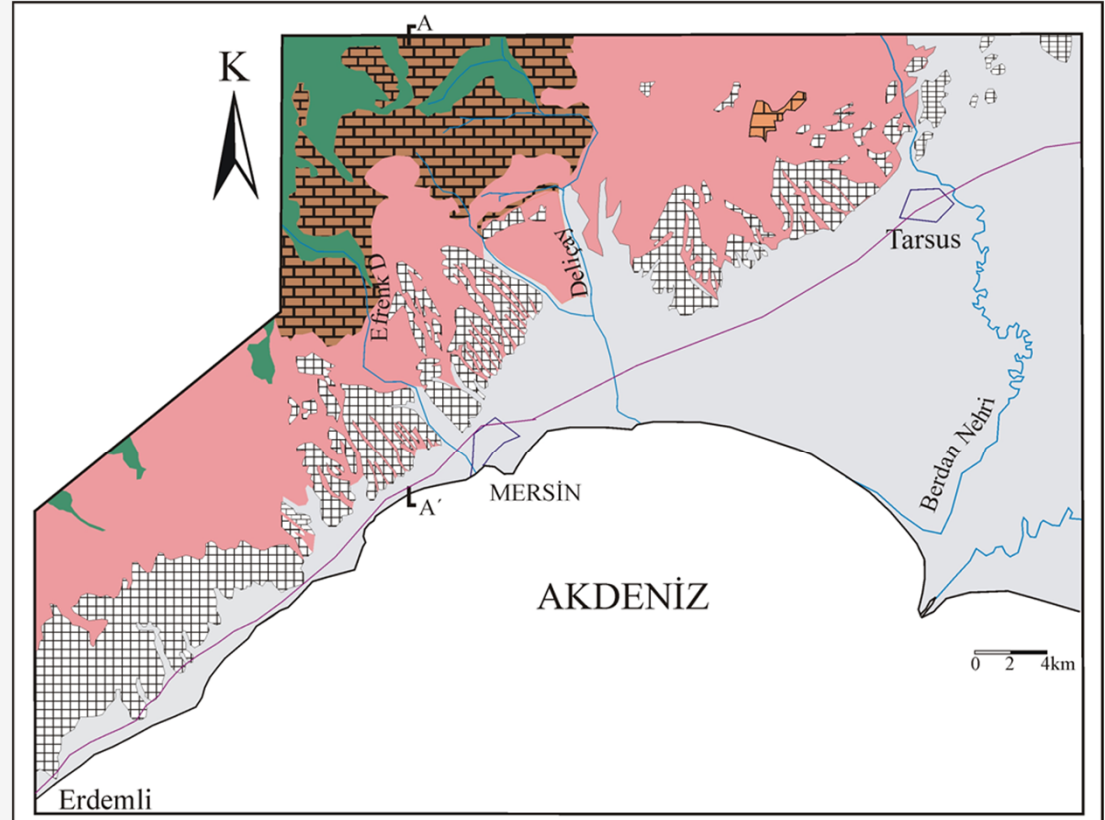
Zaman Devir

Senozoyik	Kuvaterner
	Tersiyer
Mesozoyik	Kretase Jura
Paleozoyik	Permiyen Karbonifer

- Alüvyon
- Kaliş
- Güvenç, Kuzgun, Handere Formasyonları (kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, kilitaşı, marn, silttaşı)
- Karaisalı Formasyonu (kireçtaşı)
- Ofiyolitik melanj
- Karahamzauşağı Formasyonu (kireçtaşı, mermer, dolomit, şist)
- Yol

Jeoloji:

İstif tabanda Paleozoyik yaşlı karbonatlı kayalarla başlıyor (akifer, karstik). Mesozoyik Ofiyolitli melanj tektonik yerleşimli (akitard, akifüj). Tersiyer kireçtaşı akifer nitelikli. Tersiyer kırıntılılar genelde düşük verimli akifer, yer yer akitard. Kaliş yarı-tropik koşullarda oluşan ikincil karbonat çökeli. Alüvyon ovanın tamamını kaplıyor ve yaşlı birimleri örtüyor. Yüksek verimli akifer.



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

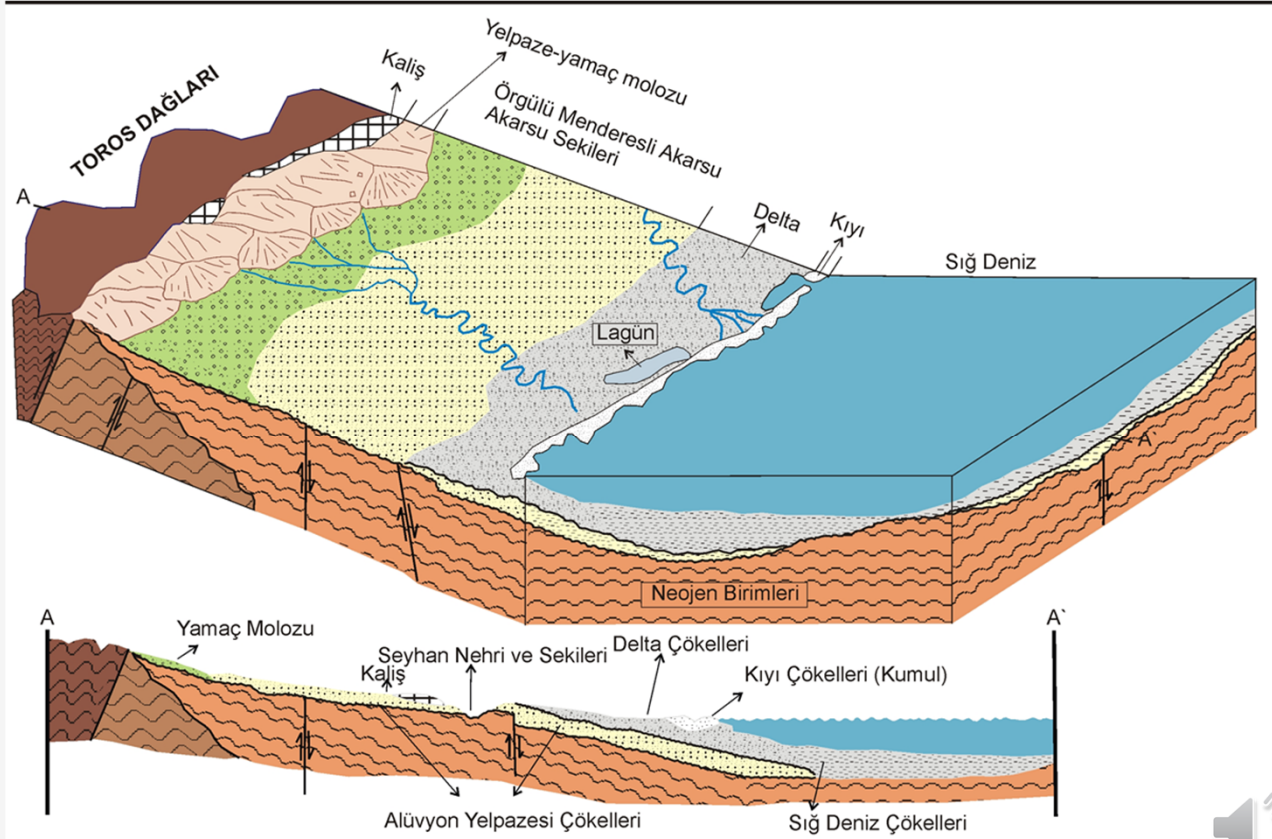
Kıyı Alüvyonunun Özellikleri:

Kıyı alüvyonu yamaçlarda "örgülü akarsu" (İng. Braided river), düşük eğimli alçak kotlardaki bölümlerde ise "taşkın ovası" (İng. Flood plain) ve kıyı boyunca "delta" (İng. Deltaic) çökel ortamlarından oluşuyor.

Dağ yamacında temel jeolojik birimler üzerinde yer yer gelişmiş Kuvaterner yamaç molozu mevcut. Temel birimler üzerine çökelen kilden-iri çakıla değişen tane boyundaki pekişmemiş çökellerden oluşan Kıyı Akiferi oldukça kalın. Alüvyon Akiferdeki YAS seviyesi yüzeye oldukça yakın.

Deniz kıyısı boyunca kumul çökelleri ve bunlar içinde gelişmiş lagünler mevcut. Denize doğru güçlü bir YAS boşalımı var. Deniz suyu girişimine bağlı tuzlanma bir kaç yerde ve yaz boyunca gözleniyor.

Toroslardan Akdeniz'e olan YAS akışına ait tüm akım çizgilerinin kıyı boyunca birbirine yakınsaması beklenen bir durum.



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

Hidrostratigrafi:

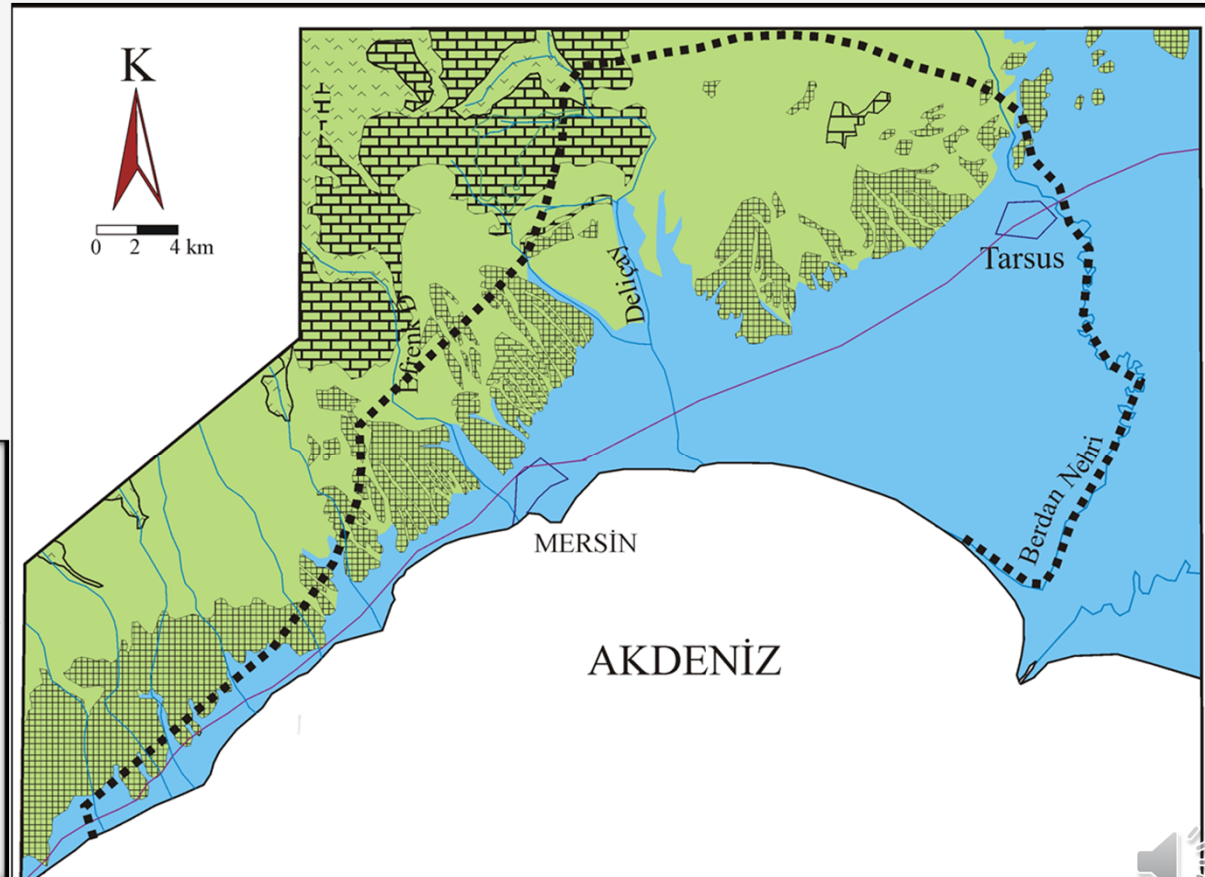
Çalışma alanında hidrostratigrafi çoğunlukla düşük verimli akiferleri içerir. Bunların bir bölümü (örğ. ofiyolitli melanj, Tersiyer formasyonlarının ince taneli bölümleri) akıttard olarak nitelenebilir. Çalışma sahasında en verimli akifer stratigrafik olarak en üstte yer alan alüvyondur. YAS akımı tüm birimlerde yamaçlardan denize doğrudur.

AÇIKLAMALAR

Zaman Devir

Senozoyik	Kuvaterner
	Tersiyer
Mesozoyik	Kretase
	Jura
Paleozoyik	Permian
	Karbonifer

- Alüvyon: verimli akifer
- Kalış: düşük verimli akifer
- Güvenç, Kuzgun, Handere Formasyonları: düşük verimli yerel akifer (kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, kilitaşı, marn, silttaşı)
- Karaisalı Formasyonu (kireçtaşı): düşük verimli akifer
- Ofiyolitik melanj: düşük verimli yerel akifer
- Karahamzauşağı Formasyonu (kireçtaşı, mermer, dolomit, şist): düşük verimli akifer
- Yol
- Çalışma alanı sınırı



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

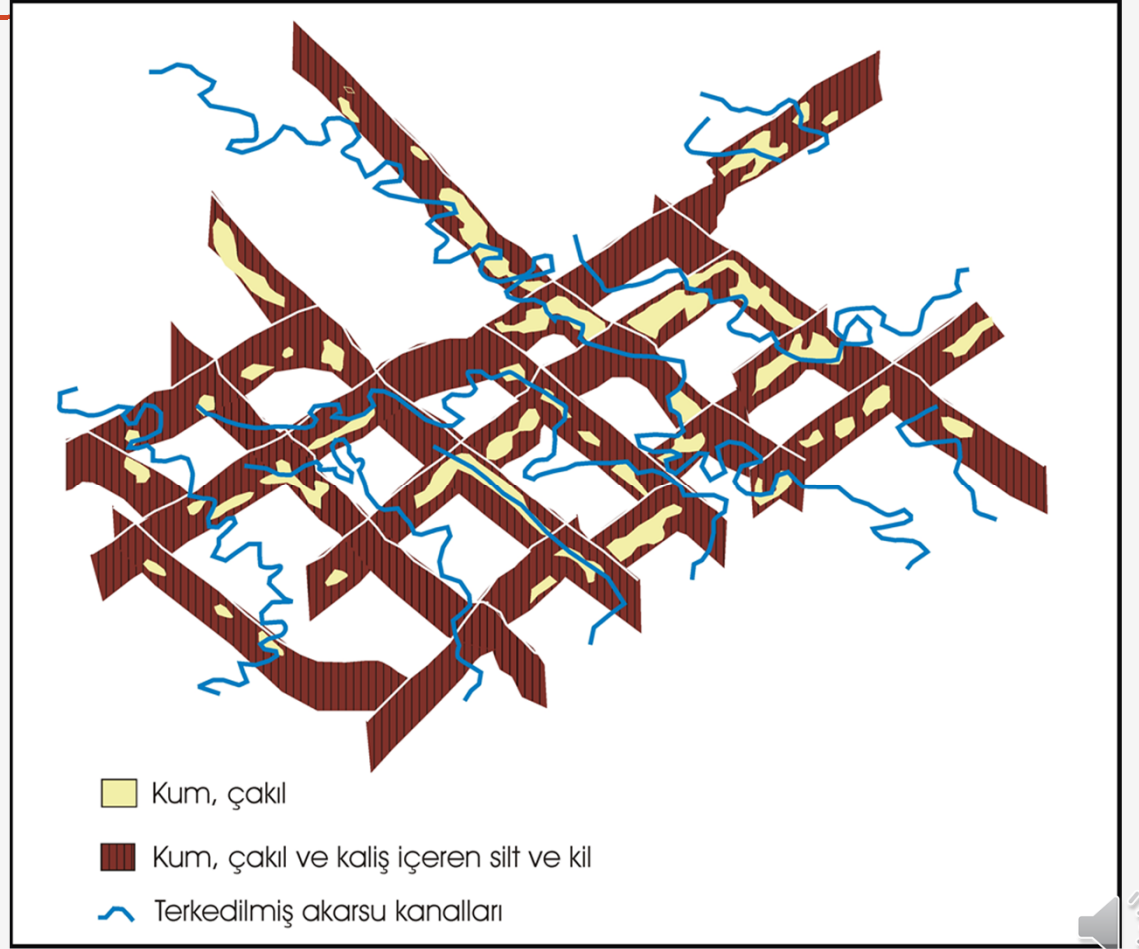
Kıyı Akiferinin Karmaşık İç Yapısı:

Sedimanter ortamların özelliklerini bilmek hidrojeolojik yapının doğru algılanması ve tanımlanması açısından önemlidir.

Örgülü akarsu, taşkın ovası ve delta gibi çökelim ortamlarında ince ve kaba taneli malzemeler üç boyutta karmaşık biçimde, birbirileri ile girik (İng. inter-fingered) olarak çökelerler.

Bu gibi ortamlarda YAS nu asıl ileten kumlu-çakıllı birimler arasındaki yatay ve dikey bağlantıların sürekliliği önemlidir. Bu çökellerin geçirimsizliği düşük ince taneli çökellerce çevrelenmeleri durumunda YAS verimlilikleri büyük ölçüde azalır. Bu gibi durumlarda akiferin farklı kesimlerinden alınan su örneklerinin izotop içerikleri beslenme yükselteleri, sıcaklıklar ve zamanları hakkında bilgi verebilir.

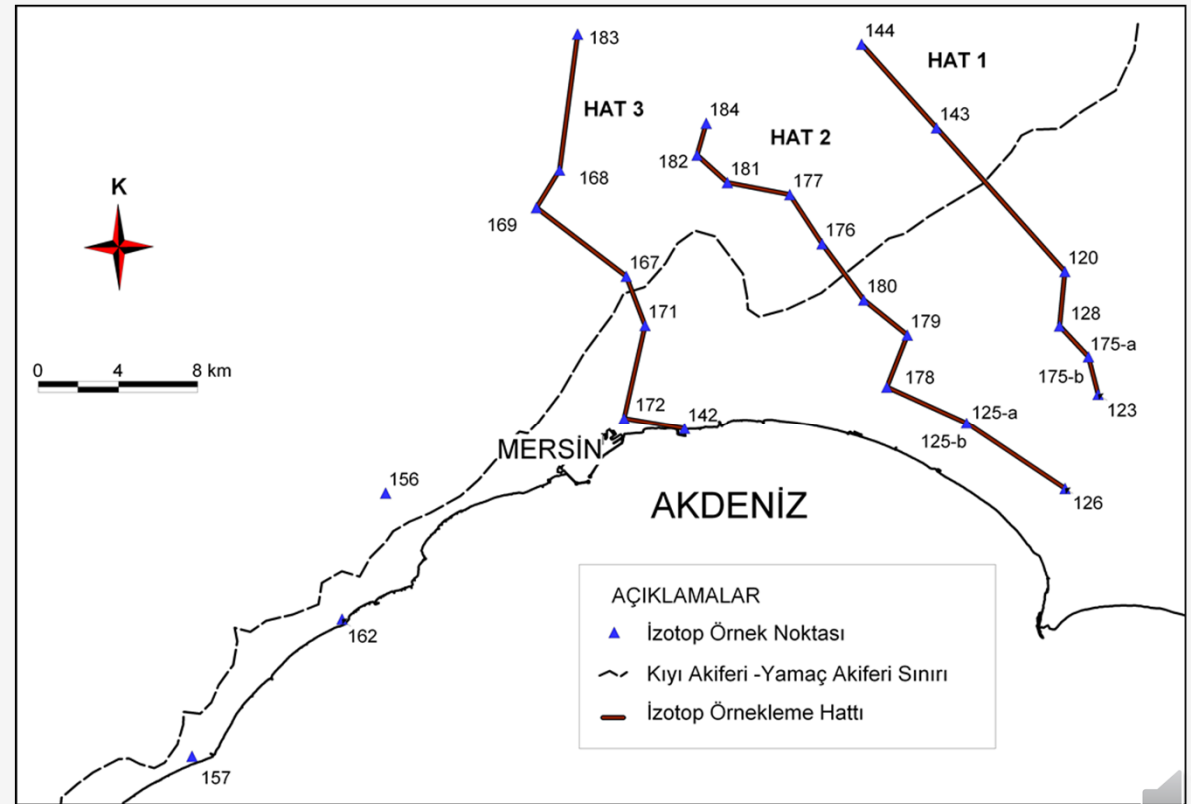
Böylece karmaşık jeolojik ortamın yapısından kaynaklanan belirsizlikler büyük oranda giderilmiş olur.



Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

Örnekleme Noktalarının Seçimi:

Çevresel izotoplar kullanılarak akifer sistemlerinin karakterizasyonunda örnekleme noktalarının konumlarının özenle seçimi çok önemlidir. Bu noktalar beklenen bölgesel YAS akış yolu boyunca, eş hidrolik yük eğrilerini dik kesecek biçimde seçilmelidir. Örneklenebilecek noktaların sahadaki yayılımı, örneklemeye uygun olup olmadıkları, lojistik etkenler vb koşullar yukarıda idealize edilmiş bir örnekleme çalışmasına çoğunlukla izin vermez. Bununla birlikte hedeflenen örnekleme stratejisine olabildiğince uyulmaya çalışılmalıdır. Sağdaki şekilde gösterilen örnekleme hatları Yamaç akiferi ile Kıyı akiferi arasındaki –kesikli çizgi ile gösterilen- sınıra dük uzanacak biçimde seçilmiştir. Bu hatların alt bölümlerinde yeraltısu akımının denize yönelmesi de güçlü bir olasılıktır.

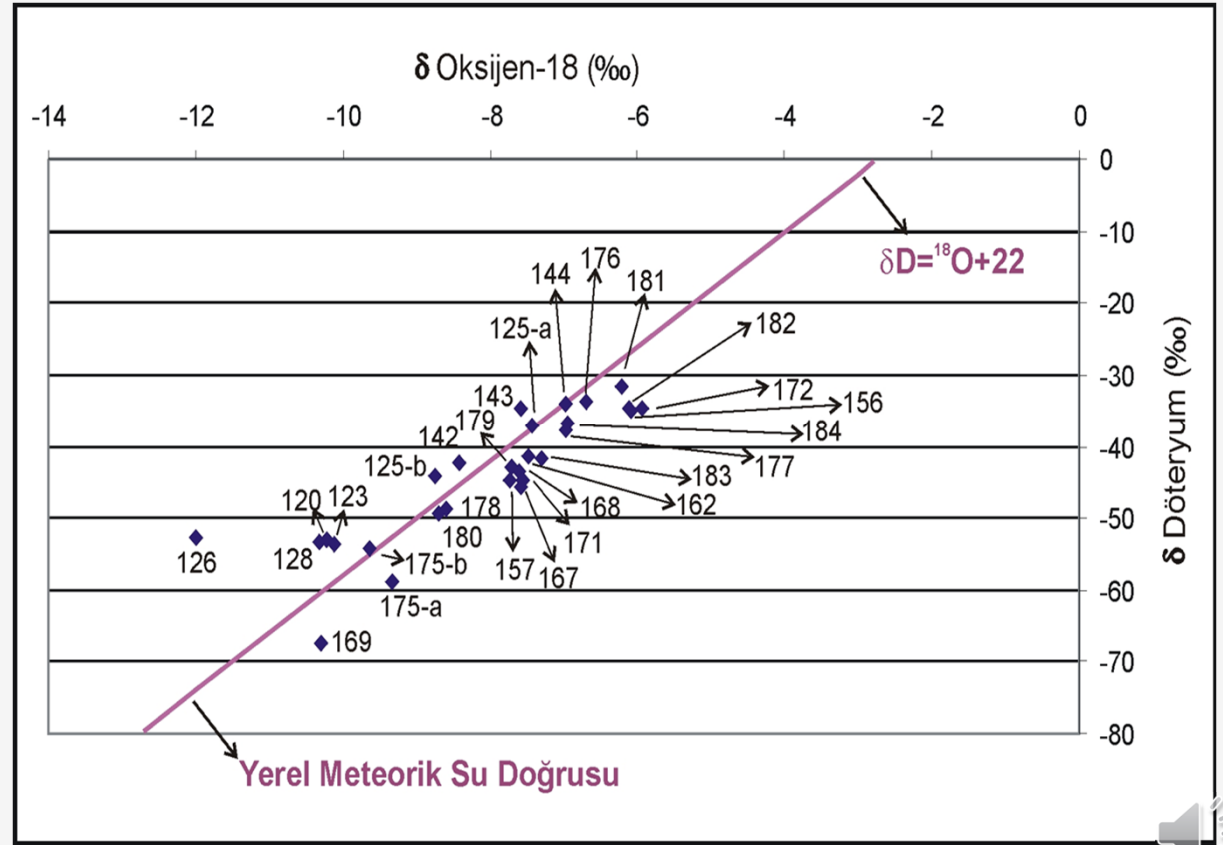


Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

Oksijen-18 / Döteryum Grafiği

Grafikte ilk dikkatimizi çeken Yerel Meteorik Su Doğrusu'nun döteryum fazlası değerinin (Dex) +22 oluşu. Bu değer yeraltısuyunu besleyen yağışların Doğu Akdeniz kaynaklı olduğunu gösteriyor. Bu bölge hava sıcak, bağıl nem %70'lerde olduğundan atmosferik nemin yoğunlaşması sonucu + 22 civarında Dex değeri oluşmasını sağlıyor. Bu değer İç Anadolu yağışlarında + 10 dolayında. Antalya civarında ise + 16.

Oksijen-18 değerleri -6 ile -12 gibi geniş bir aralıkta saçılıyorlar. Bu durum beslenme yükseltisi kot (ya da sıcaklık) aralığının oldukça geniş olduğunu gösteriyor. YAS örneklerinde belirgin bir buharlaşma etkisi ya da deniz suyu ile karışım gözlenmiyor.

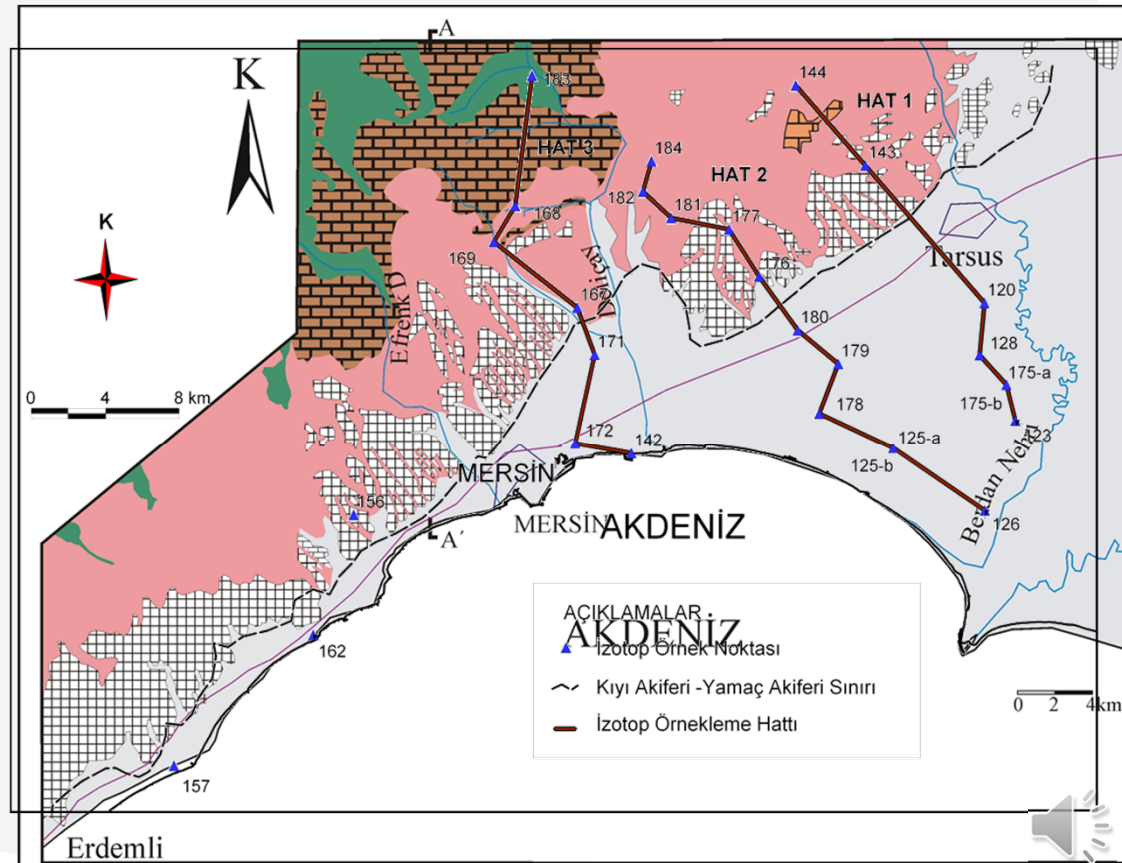
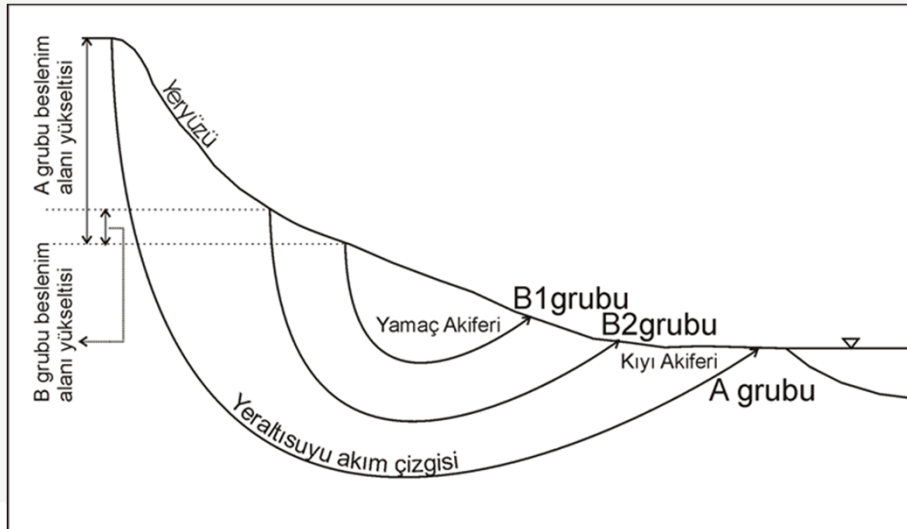


Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

Ayırtlanan Dolaşım Sistemleri

Dolaşım sistemlerine göre sular A ve B gruplarına ayrılmış. A grubu daha üst kotlardan beslenen, daha derin dolaşıma sahip ve deniz kıyısına ulaşan YAS'larından oluşuyor. Bunlar daha yaşlı, trityum içerikleri daha düşük, oksijen-18 değerleri geniş bir aralığa saçılıyor.

B grubu sular çalışma alanı yakınlarından/içinden beslenen genellikle Yamaç Akiferi'ne ait suları içeriyor. Trityum içeriği yüksek, bağlı daha genç sular.

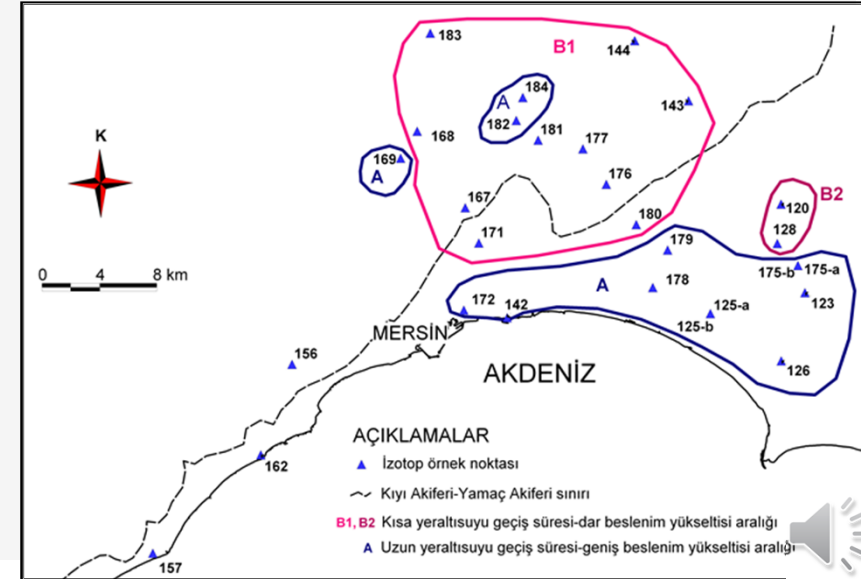
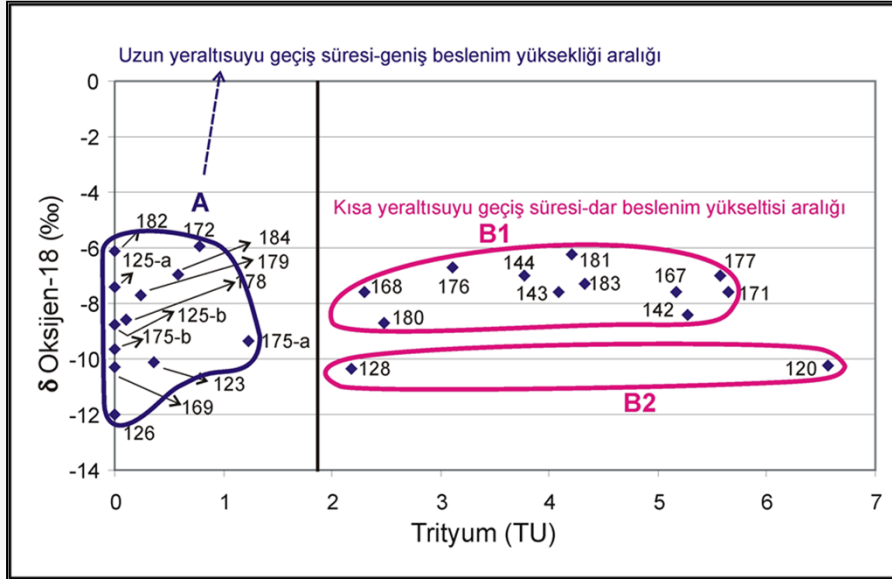
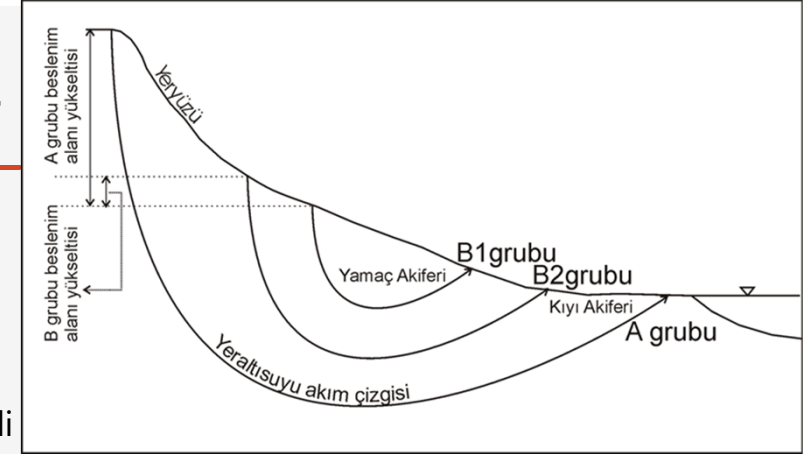


Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinde Çevresel İzotoplar

Alt sağdaki harita trityum içeriğine göre suların bulundukları bölgeleri göstermektedir. A grubu sular düşük trityum içerikli, oksijen-18 değer aralığı geniş sulardır. B grubu suların trityum içerikleri yüksektir. B2 grubu sular, B1 grubu sulara göre daha üst kottan beslenmektedirler.

Altta grafikte A ve B grubu suların trityum içerikleri açısından bariz farklılık gösterdikleri izlenmektedir. B grubu sular da beslenme yükseltisi açısından kendi içlerinde iki alt gruba ayrılmaktadır.

Soru: Yukarıdaki bilgileri başka hangi yolla üretebilirsiniz?



Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

Öztan, M., 2004, Kalkan-Kekova Sahil ve Denizaltı Karstik Boşalımlarının Hidrojeolojik İncelemesi, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi FBE, Ankara, 82s.

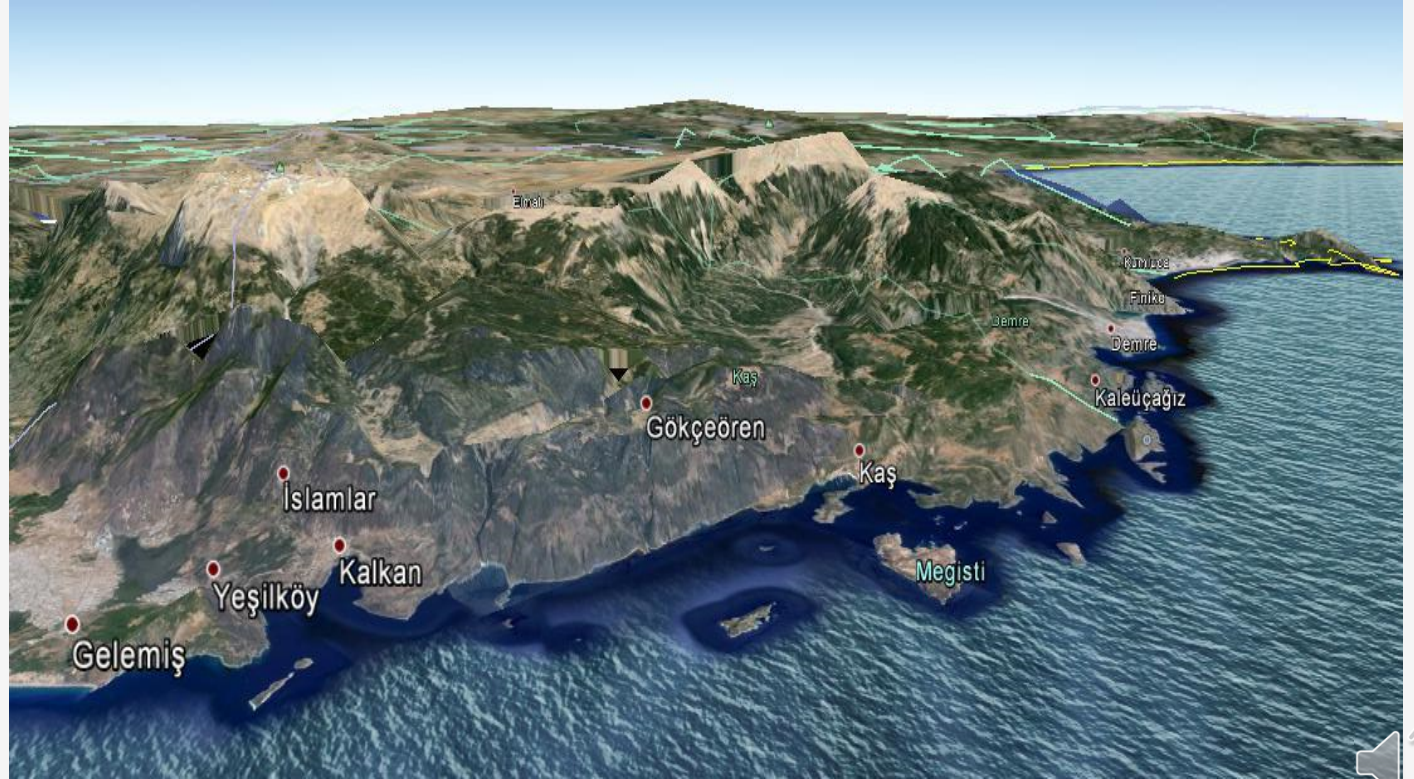


Çalışma alanı, GB
Anadolu'da Teke Torosları
kütlesinin güney sınırında.

Karstik ve dağlık bir bölge.

Sorular:

Denize olan karstik
yeraltısu boşalımları
nerede, hangi büyüklükte
ve geri kazanılabilir mi?



Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

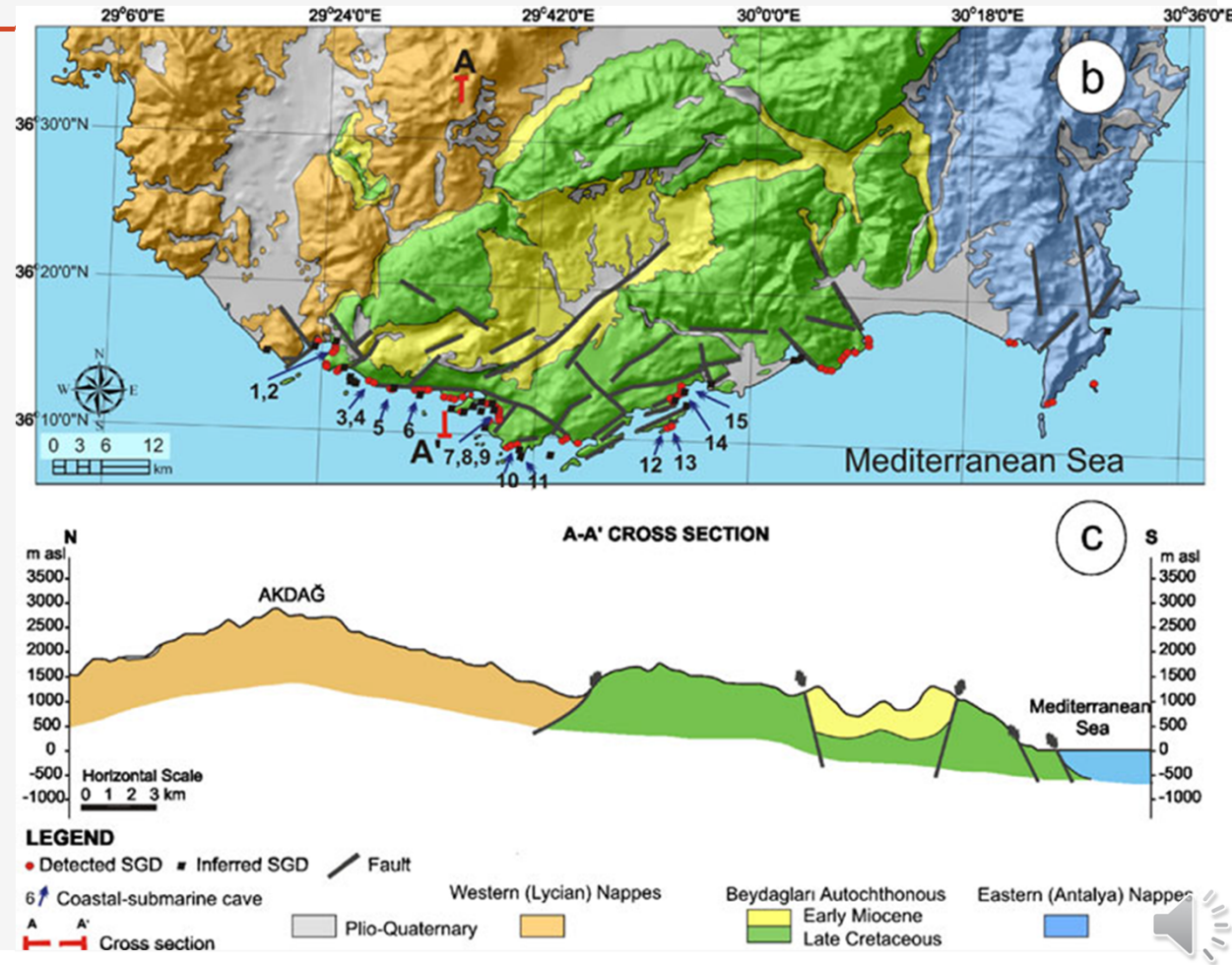
Jeoloji:

Teke Torosları Mesozoyik-Eosen yaşlı üç farklı karbonat kütlesi ve bunların üzerlerinde yer alan Neojen ve daha genç çökeller içerir.

Haritanın merkezinde otokton konumlu, Beydağları istifi yer almaktadır. Batısında Likya Napları, doğusunda Antalya Napları yer alır. Bunların üzerinde Miyosen kırıntılı-karbonatları, daha üstte de Kuvaterner alüvyon yer alır.

Karstlaşma oldukça yaygındır ve ileri boyutlara ulaşmıştır. Yörede büyük karst kaynağı yoktur.

Kıyı boyunca bilinen tatlı su boşalımları vardır.



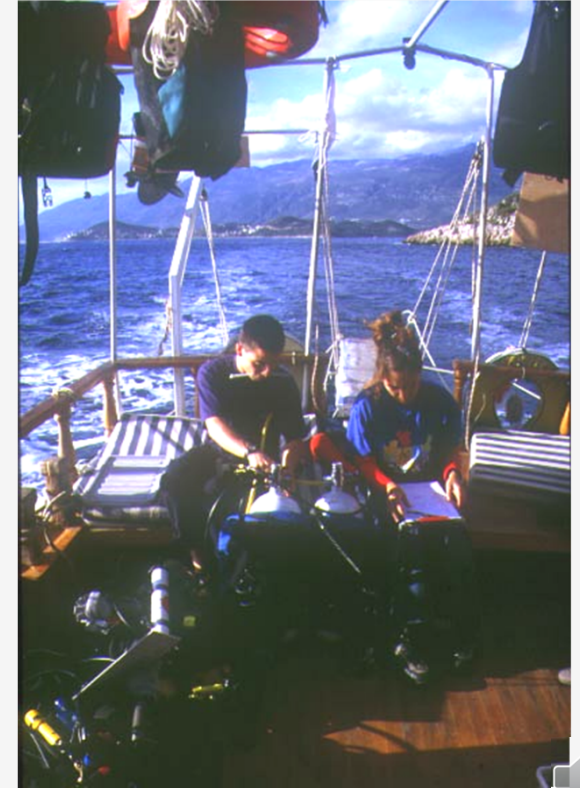
Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

Örnekleme Yaklaşımı:

Tüm kıyı şeridi (> 150 km) denizden, her biri 2 kişilik üç ekiple taranmıştır:

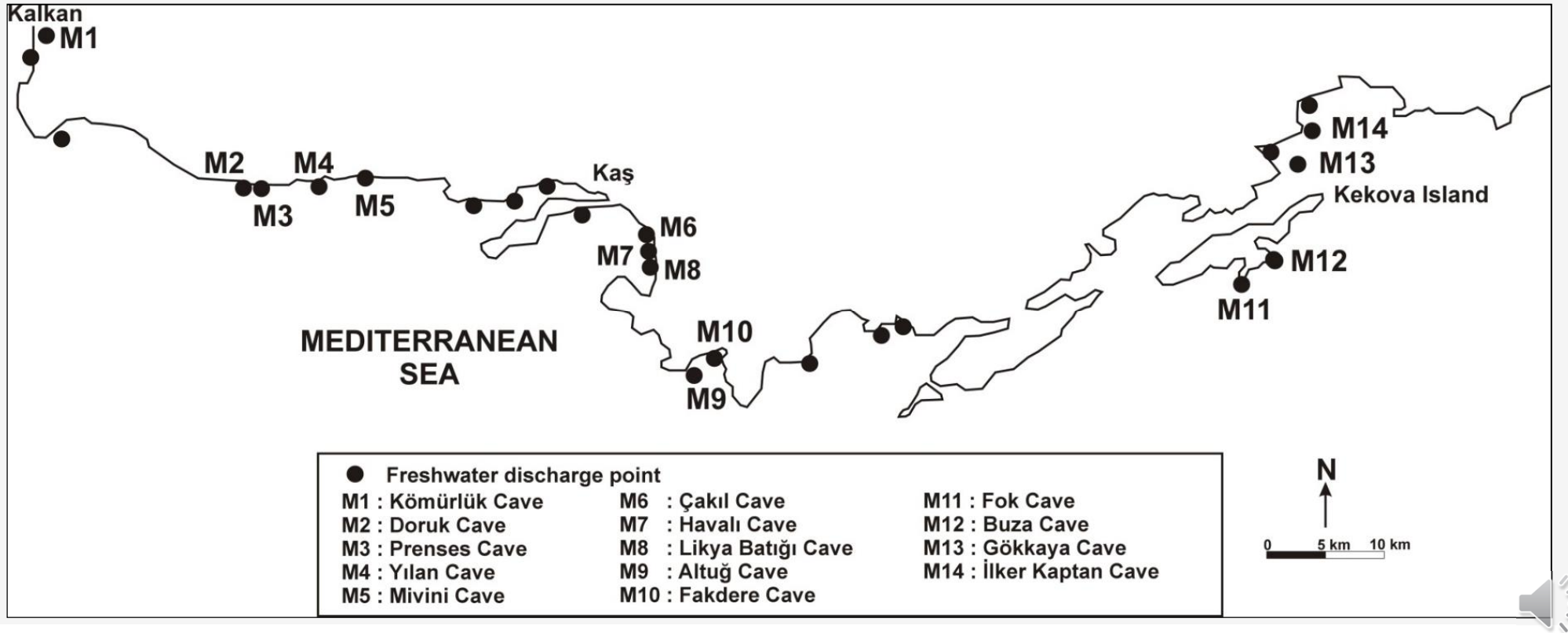
Ekip 1: 0 m - 10 m,
Ekip 2: 10 m - 20 m
Ekip 3: 20 m - 30 m

Suda bulanıklık (halocline) ya da sıcaklık farkı (thermocline) hissedilen yerlerden su örnekleri alınmış, yüzey konumları GPS ile belirlenmiştir. Bu noktalarda Kurak (Ağustos-Eylül) ve Yağışlı (Kasım) dönem örneklemeleri yapılmıştır. Majör iyon kimyası ve su izotopları analizleri gerçekleştirilmiştir.



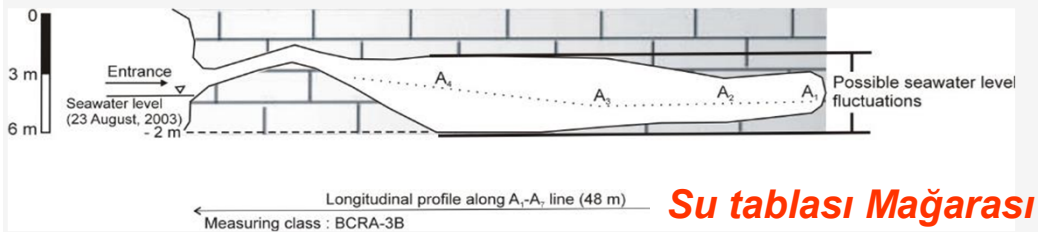
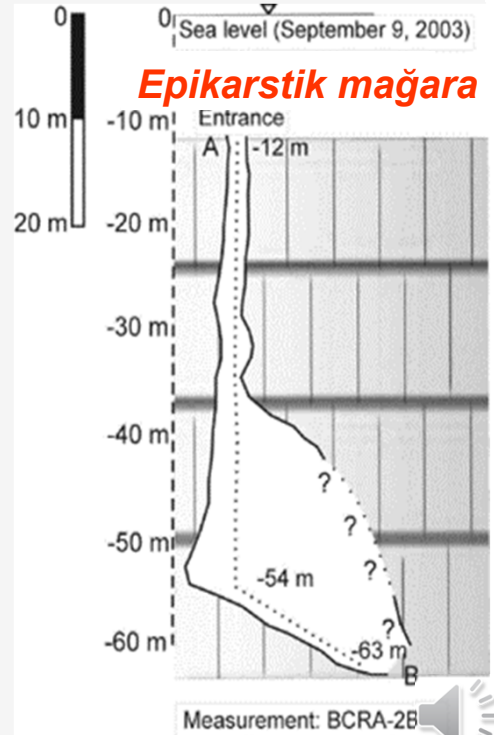
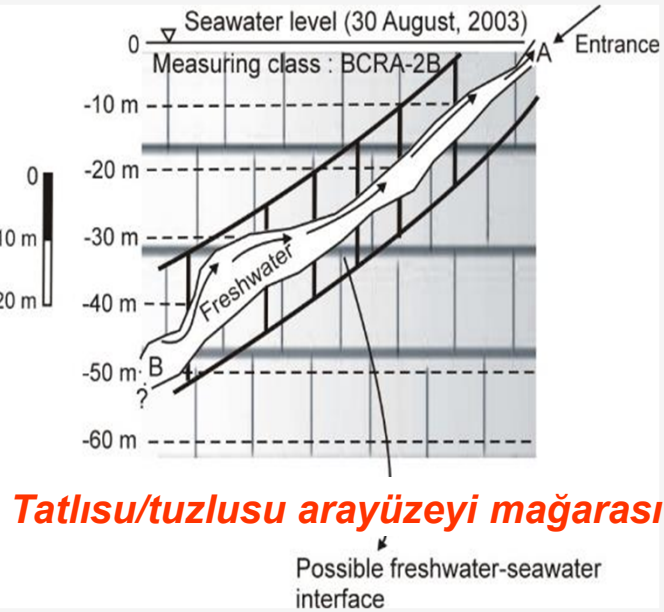
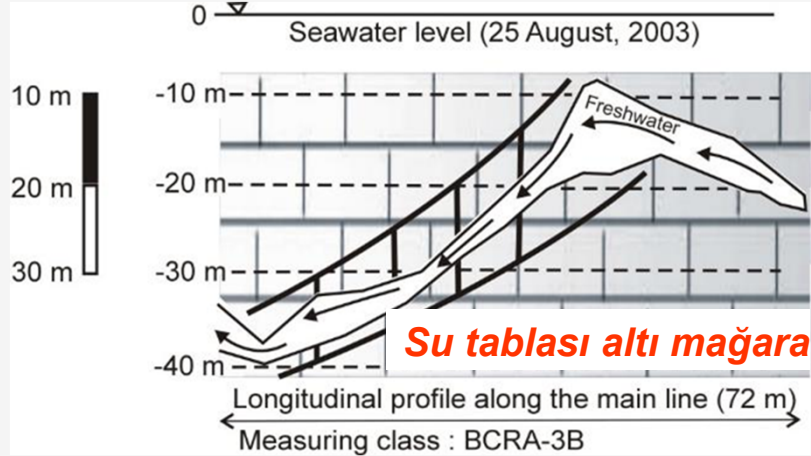
Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

Örnekleme dalışları sırasında, deniz seviyesinde ya da denizaltında çok sayıda tatlı su boşalım saptanmıştır. Bunlardan bazıları kıyı ve denizaltı mağarası büyüklüğündedir.



Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

Tipik Kıyı ve Denizaltı Mağarası Profilleri



Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

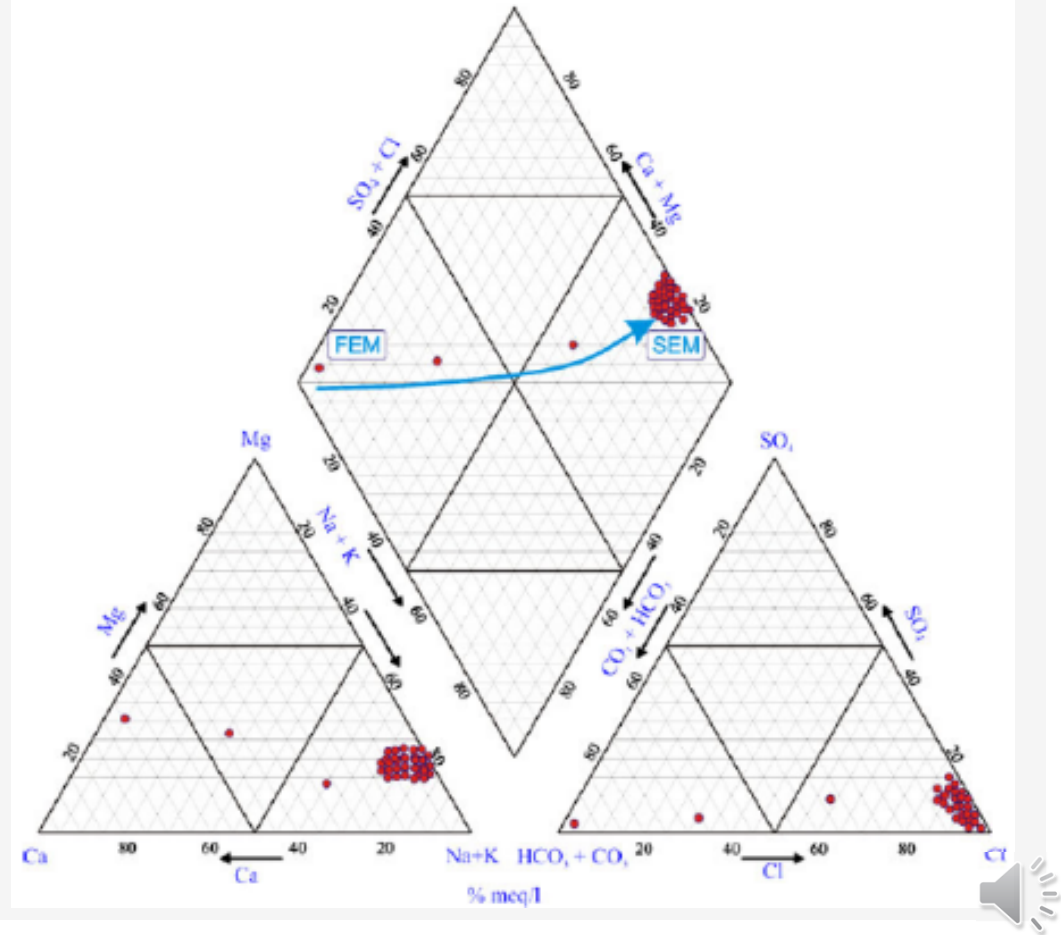
Hidrokimyasal Fasiyesler:

Tatlısu: Ca-HCO_3

Denizsuyu: NaCl

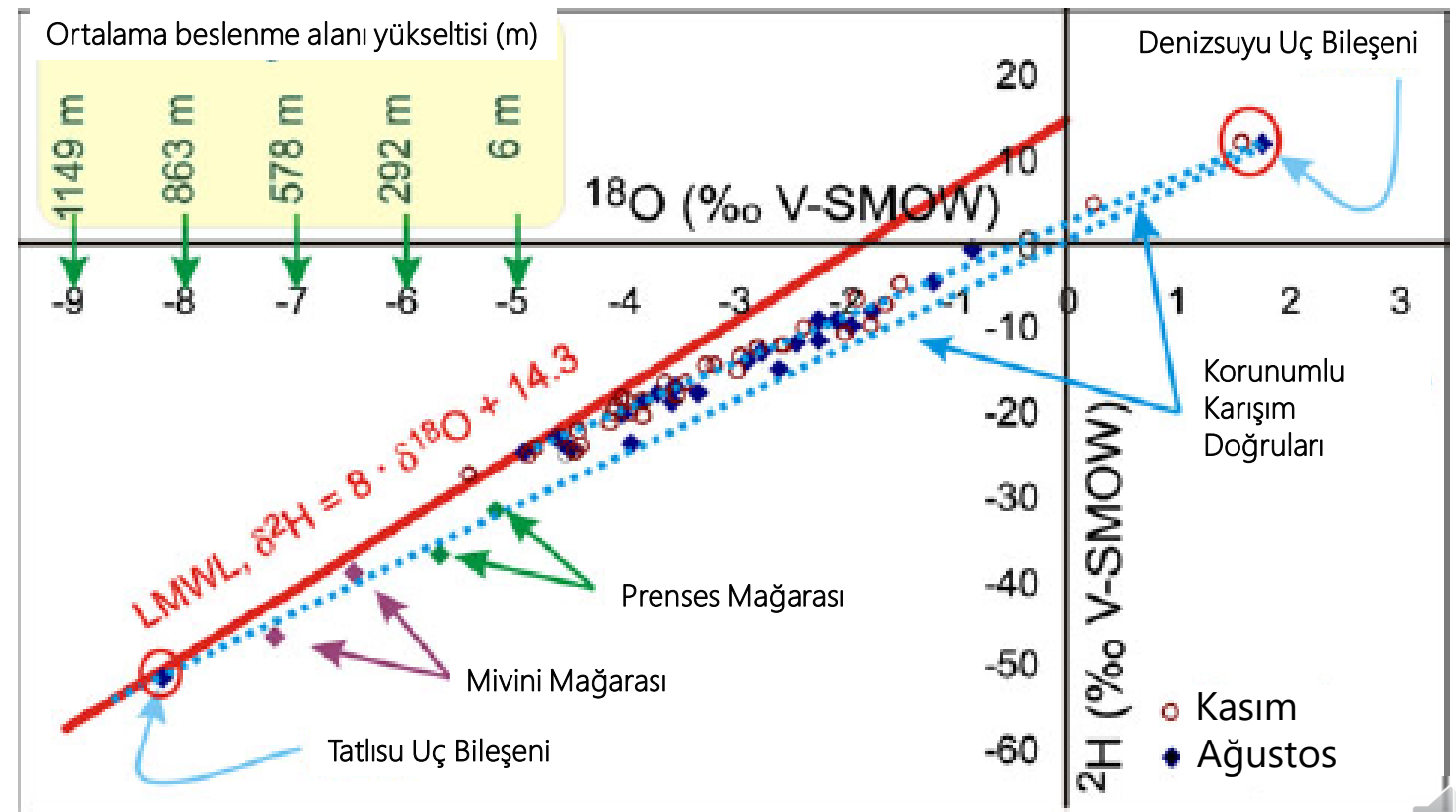
Az sayıdaki tatlısu ve karışım suyu örneği dışındaki sular NaCl fasiyesinde.

Az miktarda deniz suyu (~% 5) katkısı tatlısuyu işlem görmeksizin kullanılamaz hale getiriyor.



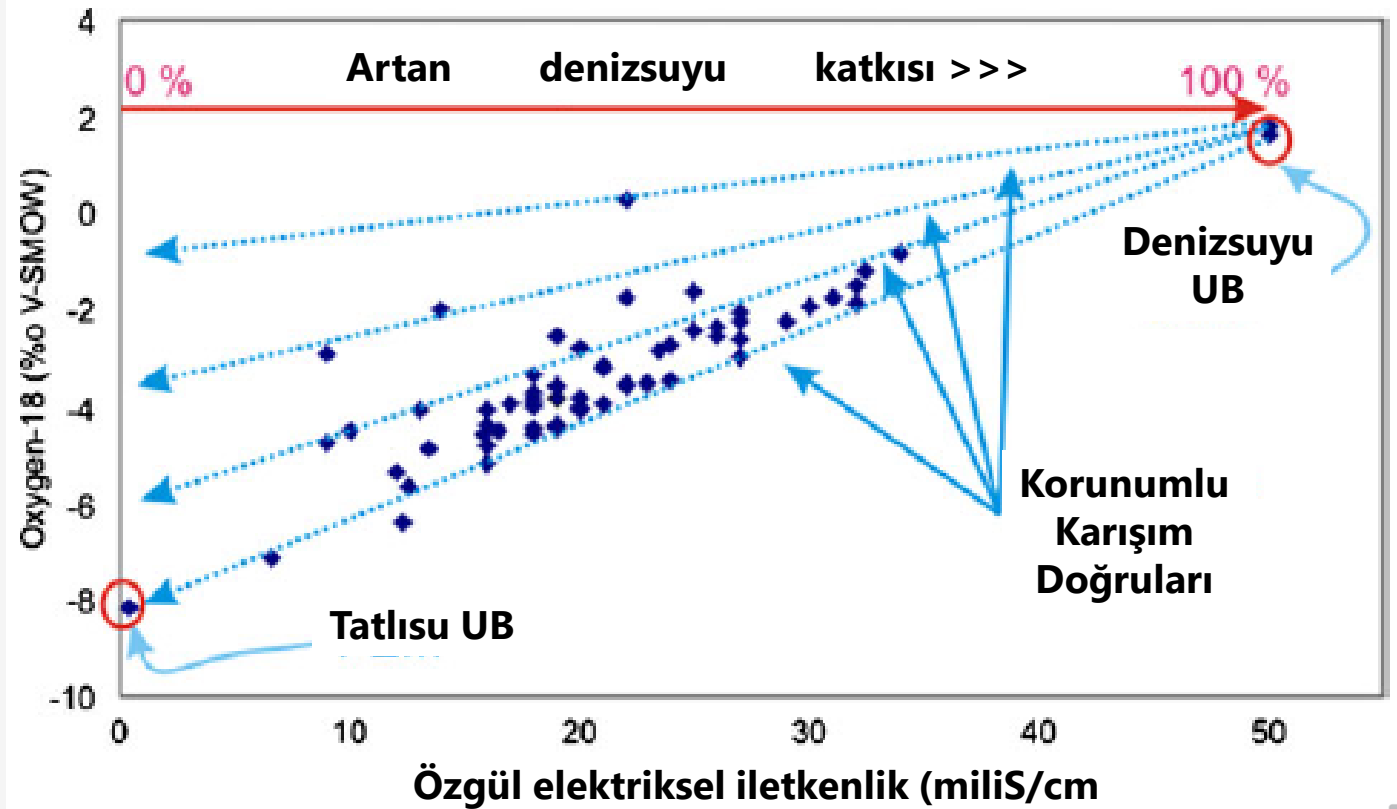
Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

- Yerel Meteorik Su Doğrusu Dex değeri +14.3'tür.
- Az sayıdaki örnek Tatlısu Uç Bileşenine yakın konumda yer almaktadır.
- Tatlısu Uç Bileşenlerinin beslenme yükseltileri 0 m ile 1150 m arasında değişmektedir.
- Tatlısu boşalımlarında deniz suyu katkısı yaygındır.
- Denizaltı mağaralarındaki suyun tatlısu uç bileşeninin beslenme alanı diğer sulara göre daha yüksekte yer almaktadır.
- Tatlısuların büyük bölümü deniz seviyesine yakın yağışlardan beslenmiştir.



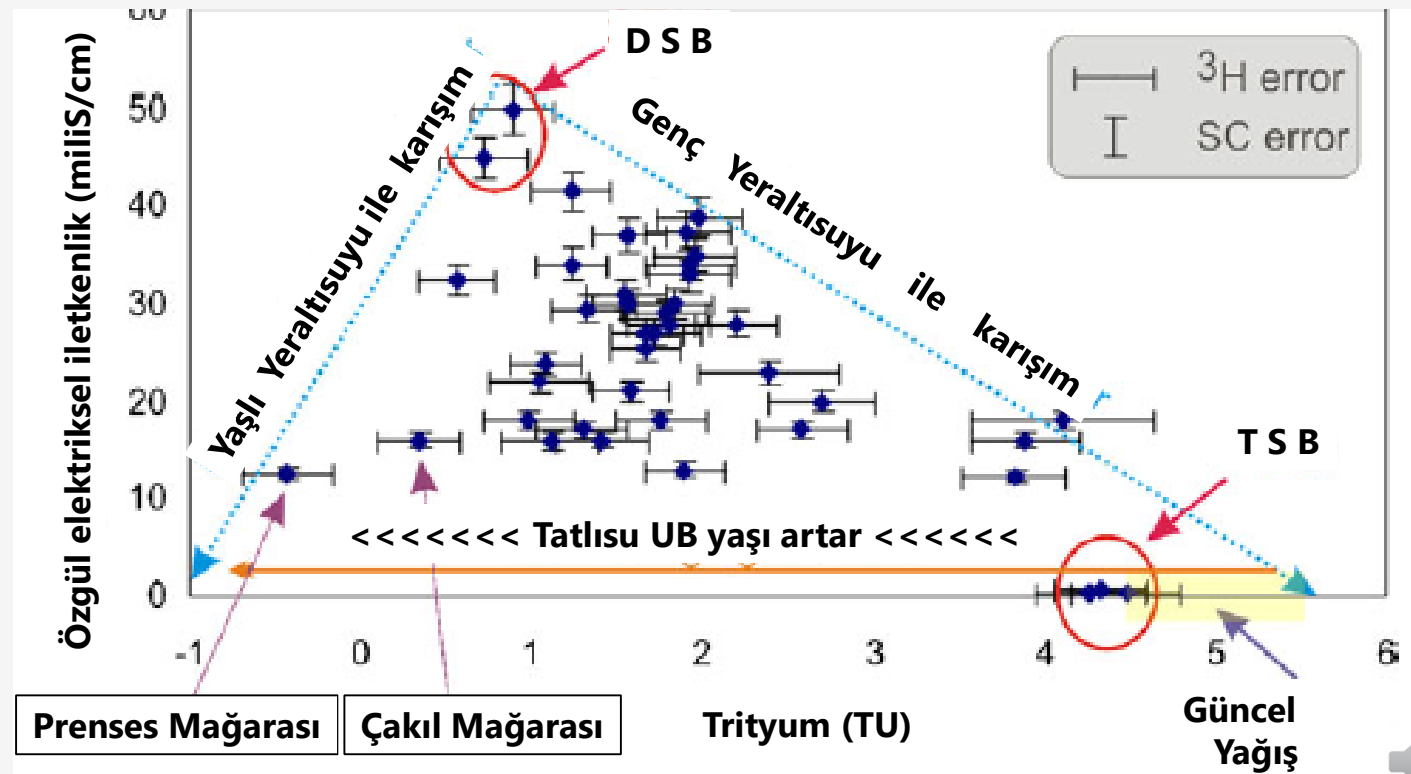
Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

- Sağdaki grafikte Oksijen-18 içeriği 0 ile -8 arasından değişen olası Tatlısu Uç Bileşenleri ile Denizsuyu Uç Bileşeni arasında çizilmiş Korunumlu Karışım Doğruları gösterilmektedir.
- Örneklenen suların önemli bir bölümü oksijen-18 içeriği -6 ile -8 permil VSMOW olan Tatlısu Uç Bileşeni ile Denizsuyu Uç Bileşeni arasındaki doğrulara arasındadır.
- Denizsuyu oksijen-18 içeriği zamanda sabittir.
- Şekildeki karışım ölçeği doğrusaldır.
- Tatlısuların %70 ile %10 arasında değişen oranlarda denizsuyu içerdikleri izlenmektedir.



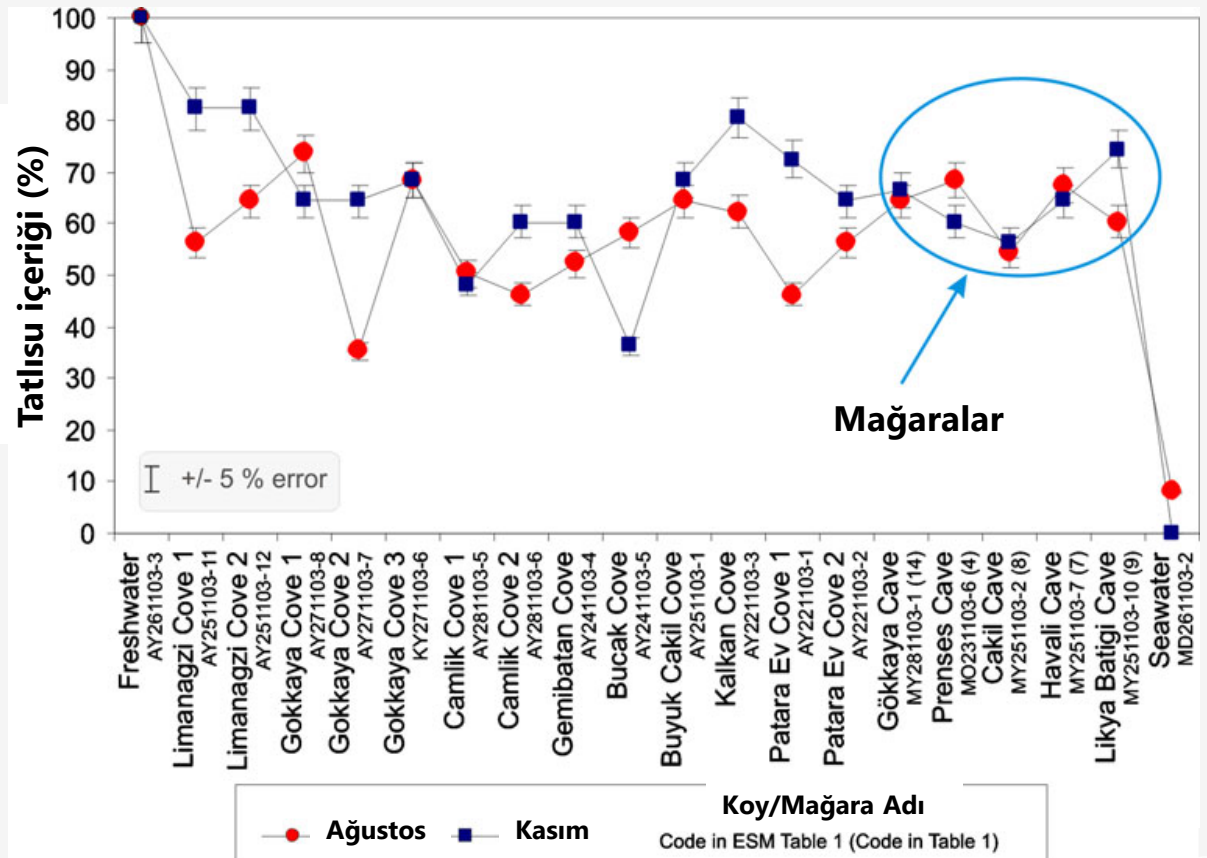
Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

- Sağdaki grafik su örneklerinin trityum içerikleri ile Özgül Elektriksel İletkenlik değerleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir.
- ÖEİ değeri artan Denizsuyu Uç Bileşeni (DSB) ile artmaktadır.
- Trityum içeriği Tatlısu Uç Bileşeni'nin (TSB) yaşı ile azalmaktadır.
- Örnek notalarının SOLDaki "Yaşlı Yeraltısuyu ile karışım" doğrusu yakınında olmaları DSB'nin yaşlı TSB ile karıştığını göstermektedir.
- Örnek notalarının SAĞdaki "Genç Yeraltısuyu ile karışım" doğrusu yakınında olmaları DSB'nin genç TSB ile karıştığını göstermektedir.
- Mağaralar yaşlı ve derin dolaşımdaki TSB ile DSB karışım arayüzeyinde oluşmuştur.

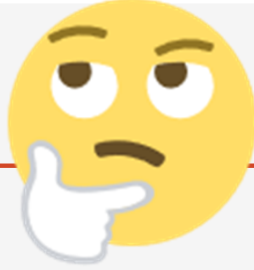


Patara-Tekirova Kıyı Şeridinde Kıyı ve Denizaltı Tatlısu Boşalımları

- Sağdaki grafik su örneklerinin Ağustos ve Kasım aylarındaki Tatlısu İçeriklerini (%) (Tİ) göstermektedir.
- Tatlısu içerikleri duraylı izotop ya da ÖEİ değerlerinden hareketle belirlenebilir.
- Bazı noktalarda Tİ değerleri gözlem dönemleri arasında değişmemektedir.
- Genelde, güncel beslenimden dolayı Kasım ayı örneklerinde Tİ değeri yükselmektedir.
- Ters durumlar olasılıkla örnekleme hatasından kaynaklanmaktadır.
- Farklı dönem örneklerinin konumu özenle belirlenmiş aynı noktadan alınması önemlidir.



Neler öğrendik ?



- Çevresel izotopların hidrojeolojik kavramsal modelin oluşturulmasında nasıl kullanılır?
- Çevresel izotop örnekleme noktalarının belirlenmesinde neye dikkat edilmelidir?
- Duraylı su izotopları hangi bilgileri verir?
- Tritiyum izotopu hangi bilgileri verir?
- Mersin-Tarsus kıyı akiferine su izotopları kullanılarak oluşturulan kavramsal hidrojeolojik modelin özelliklerini anlatınız?
- Patara-Tekirova kıyı ve denizaltı tatlısu boşalımları nasıl belirlenmiştir?
- Belirlenen mağaraların morfolojisi ne gibi bilgiler içermektedir?
- Tatlısu ve Denizsuyu Uç Bileşenleri hangi hidrokimyasal fasiyestedir?
- Tatlısu ve Denizsuyu Uç Bileşenlerinin karışımı suyun duraylı izotop içeriğini nasıl etkilemektedir ?
- Tatlısu ve Denizsuyu Uç Bileşenlerinin karışımı suyun tritiyum izotop içeriğini nasıl etkilemektedir ?
- Belirli bir örnekleme noktasında duraylı izotop içeriği kurak ve yağışlı dönemde nasıl değişmektedir?

