

## **Türkiye Kıyıları Aydıncık-Taşucu Deniz Mağaralarının Araştırılması**

Serdar Hamarat<sup>(1)</sup>, Haldun Ülkenli<sup>(1)</sup>, Gökhan Türe<sup>(1)</sup>, Serdar Bayarı<sup>(2)</sup>

- <sup>(1)</sup> ODTÜ-Sualtı Topluluğu - Sualtı Araştırmaları Derneği, Mağara Dalışı ve Araştırmaları Grubu (**madag**), Ankara  
E-posta: serdar.hamarat@karel.com.tr
- <sup>(2)</sup> Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM), Ankara  
E-posta: serdar@hacettepe.edu.tr

### **Özet:**

Türkiye, sahip olduğu yüksek karstik potansiyeli ile yıllardır mağarabilimcilerin, jeologların ve hidrojeologların çalışma alanını oluşturmuştur. Kara mağaralarında farklı amaçlarla çeşitli çalışmalar MTA, UKAM, DSİ ve amatör dernekler tarafından yürütülmüş, ancak sualtı mağaraları ve mağaraların sualtı pasajlarının araştırılması konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar çok yetersiz kalmıştır. Mağara Dalışı ve Araştırmaları Grubu (madag) mağaraların araştırılmasında bu eksiği tamamlamak ve bilimsel çalışmalar için veri toplamak amacıyla etkinliklerini yürütmektedir. Bildiriye konu olan çalışmada yeraltı sularının denize deşarjı, kıyı bölgelerinin jeolojik yapısı ve deniz mağaralarının flora ve faunası hakkında veri toplanması amaçlanmıştır, toplanan veriler bilgisayar ortamında bir veri tabanına işlenmiştir. Çalışma kısaca DEMA-Deniz Mağaraları Envanter Projesi olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmayla Türkiye kıyılarının ayrı bir doğal değerine ve belki de ayrı bir doğal kaynağına dikkat çekilmek istenmiş, konuyla ilgili yeni araştırmalar için itici güç olmak hedeflenmiştir.

## **Giriş:**

Türkiye'deki en önemli karstik kuşak sayılabilecek Toroslar karst kuşağı yer yer Akdeniz kıyılarına kadar ulaşmakta ve deniz mağaralarının oluşumu için uygun bir jeoloji oluşturmaktadır. Orta Toroslar'da kaybolan yeraltı suları Akdeniz kıyılarında denize kavuşmakta ve çözünme mağaralarını denize kadar taşımaktadırlar. Kullanılabilir nitelikteki yeraltı sularının denize deşarjları da araştırmacıların ilgisini yıllardır çekmektedir. Ayrıca deniz mağaraları, jeolojik olarak geçmiş dönemlerden ipuçları taşıyan, hassas bir ekolojik dengeye sahip ve oluşumu milyonlarca yıl sürebilen, korunması çok önemli doğal değerler olarak ilgi beklemektedirler.

## **Amaç ve gerekçeler:**

Denizaltındaki tatlısu kaynaklarının kökeni, saptanma yöntemleri ve su rejimi, karst hidrojeolojisi ve kıyasal hidroloji bakımından en zor sorunlardan biri olarak görülmüştür. Denizaltı kaynaklarından tatlısu temin etmek için, bunların jeolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik özelliklerinin kapsamlı bir biçimde araştırılması gerekir. Bazı tatlısu kaynakları, bugün deniz kıyısında ya da birçoğu deniz altından girişli/çıkışlı olarak boşalmaktadır. Denizaltı mağaralarının oluşumunun anlaşılması yeraltı suları ve jeolojik araştırma konularına ışık tutabilir.

Denizaltı mağaraları, aynı zamanda birçok sık rastlanılmayan ya da yalnızca başka habitatlarda görülebilen bazı türler için, sürekli ya da geçici bir barınak / sığınak işlevi görür (Örn. Monachus Monachus). Mağara dalcıları biyolojiye de bu anlamda önemli katkılar sağlayabilirler.

Mağara dalcıları, sualtı mağara sistemlerinin keşfi ve araştırılması yoluyla bugüne kadar, karst hidrojeolojisine büyük katkılar sağlamışlardır. Sistemlerin haritalandırılması, profil ve kesitlerinin çıkarılması, konduit mağaraların yeri ve morfolojisi konusunda çok önemli veriler sunmuşlardır. Pasajlardaki su hızları; yeraltına ya da denize boşalan sistemlerin debilerinin ölçümü, mağara dalcıları tarafından gerçekleştirilebilmiştir. Mağara dalcıları; renk,ısı, haloklin(sanılkatman) tabakalarının derinlik ölçümleri, su izleme yöntemleri ve örneklemelerle yeraltısuyu kalitesi çaişmalarına katkıda bulunabilirler. Gönüllü ve eğitimli teknik dalcılar, sualtı mağara sistemlerinin araştırılmasında, bilimcilerin en büyük destekçisi konumundadırlar. Uygun biçimde oluşmuş düşey shaftlardan içeri girebilecek iyi yetişmiş dalgıçlar(mağara dalcıları), bu sistemlerin yatay ve dikey boyutlarını daha iyi inceleyebilir ve fotograflayabilir.

Bu çalışmada, Türkiye'de speleolojik, jeolojik, hidrojeolojik ve ekolojik olarak önem taşıyan kıyı şeridinde nefesli ve aletli dalışlarla tarama yapılarak sualtı ve suüstü deniz mağaralarının belirlenmesi; oluşumları, yeraltı su sistemleri ile olan ilişkileri, ekolojik değerleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında veri toplanması, bu verilerin uzmanlarla beraber değerlendirilmesi ve sonuçların bir veri tabanında saklanması amaçlanmıştır.

## **Kapsam:**

1998 yılında DEMA projesinin ilk ayağı olarak Aydıncık-Taşucu bölgesi seçilmiştir. Aydıncık-Taşucu bölgesi, gerek karstik yapısı, gerek kuzey bölgesinde kaybolan yeraltı su varlığı, gerekse Akdeniz Fokları için yaşam alanı olması nedeniyle UKAM-Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından önerilerek araştırma kapsamına alınmıştır. 2 yıllık vadede Fethiye, Foça, Karaburun ve Karadeniz bölgelerinde çalışmalara devam etmek hedeflenmektedir.

## **Yöntem:**

Araştırma öncesinde bölge hakkında jeolojik yapı, hidrojeolojik özellikler, ekolojik değerler gibi konularda bilgi toplanmıştır. Bilgi toplanması aşamasında UKAM, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü ve HÜMAK'tan (Hacettepe Üniversitesi Mağara Araştırma Klubü) mağaracılarla beraber çalışılmış, yerel dalıcı ve balıkçılardan gelen istihbaratlar değerlendirilmiştir. Toplanan bilgiler yardımıyla bazı mağaralar doğrudan tespit edilmiş, bazı mağaralar ise nefesli ve aletli dalışlarla kıyı taranarak belirlenmiş ve GPS (küresel yerbelirleme cihazı) yardımıyla koordinatlar kaydedilmiştir.

## ***Dalışlar ve haritalama:***

Mağaralara yapılan dalışlar uluslararası standartlara uygun donanımla gerçekleştirilmiştir. Keşif ve hat çekme için giren ilk ekibin ardından, haritalama için ikinci dalıcı ekip mağara ölçümlerini almıştır (BCRA-3B). Üçüncü ekip ise mağaranın belgelenmesi amacıyla fotoğraf ve video çekimleri yapmıştır.

## ***Su analizleri:***

Mağara içindeki su kütlelerinin fiziksel ve kimyasal ölçümleri *HYDROLAB* cihazı ile yapılmıştır. Bu cihaz ile suyun iletkenlik, tuzluluk, pH, bulanıklık, oksijen, sıcaklık ve derinlik bilgileri belirlenmiştir.

## ***Bulgular:***

DEMA projesi kapsamında 1998 yılında araştırılan Aydıncık – Taşucu yerleşimleri arasında kalan sahil kesimi yer yer karstlaşmaya uygun karbonatlı kayalardan oluşmaktadır. Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kristalize kireçtaşı ve karbonat çimentolu kireçtaşı breşi ve konglomera bu alanda karstlaşmaya uygun kaya birimlerini oluştururlar. DEMA projesi kapsamında araştırılan mağaralar karstlaşmalı kireçtaşı içinde oluşmuşlardır.

Karstlaşma terim olarak karbonatlı (CO<sub>3</sub>) minerallerden oluşmuş kayalardaki (örn: kireçtaşı: CaCO<sub>3</sub>, dolomit: CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) karbonatın yeraltısuyunun içerdiği karbonik asit (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) tarafından kimyasal olarak çözünmesi işlemidir. Karstlaşma Anadolu'nun güney sahilleri boyunca batıda Muğla ve doğuda Hatay illeri arasında uzanan Toros dağ kuşağına ait jeolojik birimlerde yaygın olarak gözlenmektedir.

Araştırma sırasında biri suüstü, dokuzu sualtı girişli toplam 10 adet mağaranın keşfi ve araştırılması yapılmıştır. Bunlardan Kaynar Mağarası ve Kubbe Mağarası'nda tatlı su varlığına rastlanmış, ayrıca Kubbe Mağarası'nda Akdeniz Fokları için uygun havalı bir salon bulunmuştur. En uzun mağara 84 metre yatay uzunluk ve yaklaşık 120 metre penetrasyonla Kaynar Mağarası, ikinci uzun mağara 58 metre yatay uzunluğuyla Eşkına Mağarası olmuştur. Tablo 1'de bulunan mağaralar ve yerleri verilmiştir.

Tablo 1. Araştırma sırasında bulunan mağaralar ve koordinatları

Mağara Adı	Bölge
Kaynar Mağarası	Kurtini (Aydıncık)
Kubbe Mağarası	Kurtini (Aydıncık)
Ayhan Mağarası	Karabucak (Aydıncık)
Aynalı Çarşı	Kurtini (Aydıncık)
Korsan Mağarası	Kurtini-Karabucak (Aydıncık)
Nergis Mağarası	Nergis Adası (Aydıncık)
Turgutlar Mağarası	Sipahili Limanı (Aydıncık)
Dana Adası Mağarası I	Dana Adası (Taşucu)
Dana Adası Mağarası II	Dana Adası (Taşucu)
Eşkına Mağarası	Mavikent-Tisan arası (Taşucu)

DEMA sırasında bulunan toplam 10 mağaranın tamamı ile ilgili bilgiler sayfa kısıtlaması nedeniyle bu bildiriye yer alamamıştır. Ancak Kaynar ve Kubbe mağaraları hakkında detaylı bilgi takip eden bölümlerde verilmiş, diğer mağaralara daha yüzeysel değinilmiştir.

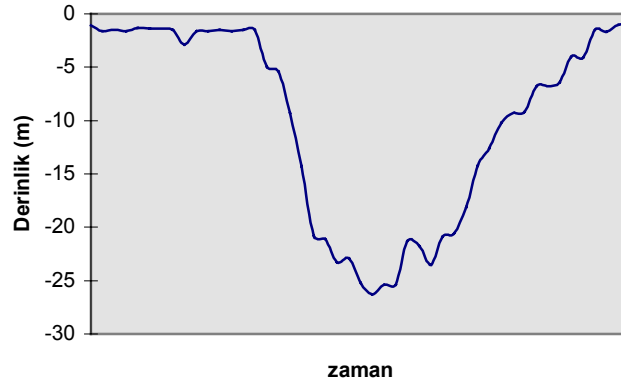
### 1. Kaynar Mağarası

Genel		Kimyasal Özellikler	
<b>Mağaranın Adı:</b>	Kaynar Mağarası	<b>Su sıcaklığı (<sup>0</sup>C)</b>	Bkz. Şekil 2
<b>Bölge:</b>	Aydıncık-İçel	<b>pH</b>	Bkz. Şekil 3
<b>Araştırma Tarihi:</b>	05/04/1998	<b>İletkenlik (<math>\mu</math>S/cm)</b>	Bkz. Şekil 4
<b>Enlem:</b>	N 36 <sup>0</sup> (*)	<b>Tuzluluk (Kmg/l)</b>	Bkz. Şekil 4
<b>Boylam:</b>	E 33 <sup>0</sup>	<b>Çözünmüş O<sub>2</sub> (% sat)</b>	Bkz. Şekil 5
<b>Giriş Ağızı:</b>	Sualtı	<b>Çözünmüş O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	Bkz. Şekil 5
<b>Giriş Derinliği</b>	7 metre	<b>Diğer</b>	
<b>Maksimum Derinlik:</b>	33 metre	Mağaradan güçlü bir tatlı su deşarjına rastlanmıştır.	
<b>Toplam Uzunluk:</b>	89 metre		
<b>Döşenen Hat:</b>	105 metre		
<b>Flora-Fauna:</b>			

(\*): Mağara dalışı çok özel eğitim gerektiren ve risk oranı en yüksek dalış kabul edilmektedir. Eğitimsiz ve bilinçsiz kişilerin mağaralara dalması ölümlerle sonuçlanan kazalara yol açabilir. Bu nedenle mağaraların kesin koordinatları burada verilmemiştir.

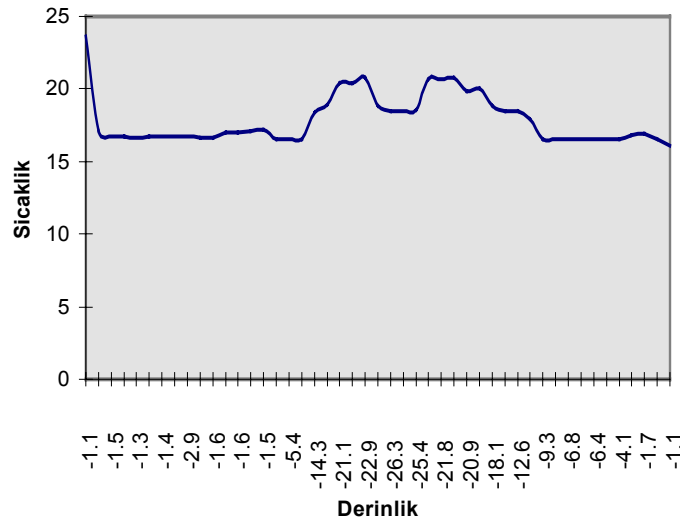
Kaynar Mağarası 7 metreden sualtı girişi olarak gelişmiş bir mağaradır. Mağaranın ağzından denize doğru güçlü bir tatlı su çıkışı gözlemlenmiştir. Mağaranın içinde bulunan suyun kimyasal analizleri Şekil 1, 2, 3, 4 ve 5’de verilmiştir. Giriş ağzının tabana yakın bölgesinde ise mağara içine doğru ikinci bir akıntı tespit edilmiş, ancak bu su girişinin tatlı su deşarjına bağlı yanıtıcı bir akım olduğu öngörülmüştür. Mağara girişinden itibaren tuzlu ve tatlı su girişimine bağlı görüntü bulanıklığına (haloclyne) rastlanmıştır. Mağara içine doğru yaklaşık 20-25 metre devam eden bulanık katman daha ilerilerde yokolarak görüş mesafesi artmakta ve mağara çözünme mağarası görünümü vermektedir. Şekil 3 incelendiğinde mağaranın belli bir noktadan sonra tamamen tatlı su içerdiği görülmektedir. Kaynar Mağarası, DEMA projesinin 1.ayağında bulunup haritalanan en uzun mağaradır. Ancak mağaranın tamamı araştırılmamıştır.

### Derinlik-Zaman

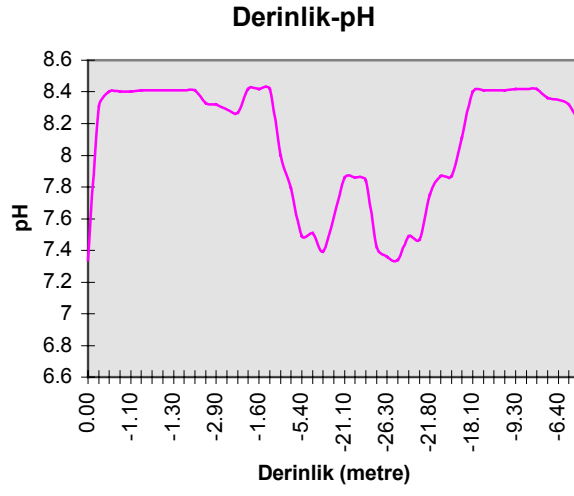


Şekil 1. Kaynar Mağarası Zaman-Derinlik Değişimi

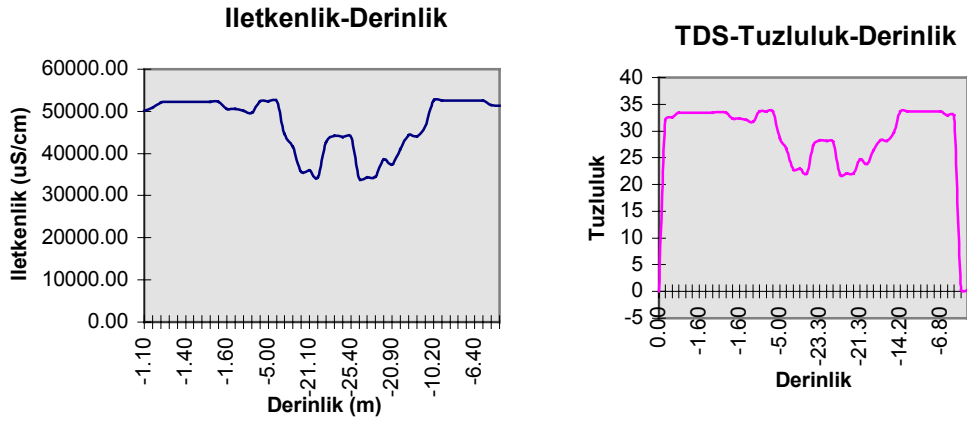
### Sıcaklık-Derinlik



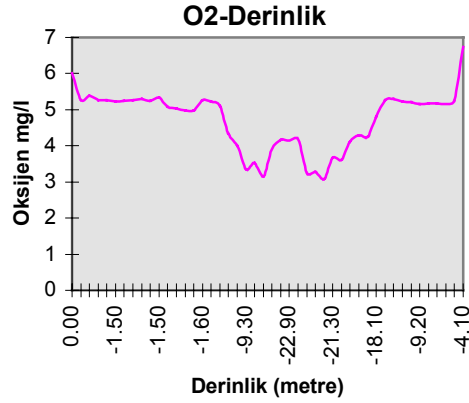
Şekil 2. Kaynar Mağarası Derinlik-Sıcaklık Değişimi



Şekil 3. Kaynar Mağarası Derinlik-pH değişimi



Şekil 4. Kaynar Mağarası, Tuzluluk ve İletkenliğin Derinliğe Göre Değişimi



Şekil 5. Kaynar Mağarası, Oksijen-Derinlik Değişimi

## 2. Kubbe Mağarası

Genel		Kimyasal Özellikler	
<b>Mağaranın Adı:</b>	Kubbe Mağarası	<b>Su sıcaklığı (°C)</b>	19.4/17.07*
<b>Bölge:</b>	Aydıncık-İçel	<b>pH</b>	7.44/8.41*
<b>Araştırma Tarihi:</b>	06/04/1998	<b>İletkenlik (µS/cm)</b>	26327/ 52519*
<b>Enlem:</b>	N 36 <sup>0</sup>	<b>Tuzluluk (Kmg/l)</b>	16.83/33.60*
<b>Boylam:</b>	E 33 <sup>0</sup>	<b>Çözülmüş O<sub>2</sub> (% sat)</b>	54.43/ 78.7*
<b>Giriş Ağızı:</b>	Sualtı (iki giriş)	<b>Çözülmüş O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	3.64/5.38*
<b>Giriş Derinliği</b>	3 metre / 6.5 metre	<b>Diğer</b>	
<b>Maksimum Derinlik:</b>	10 metre	Mağara içinde hava bulunan bir salona rastlanmıştır, ve salon içindeki suyun tatlısu olduğu tespit edilmiştir.	
<b>Toplam Uzunluk:</b>	38 metre (iki kol)		
<b>Döşenen Hat:</b>	42 metre		
<b>Flora-Fauna:</b>			

(\*): Tatlı ve tuzlu su değerleri.

Kubbe Mağarası, iki ayrı sualtı giriş ağızına sahip, toplam 38 metre uzunluğunda bir mağaradır. Mağaranın son bölümünde hava içeren bir salona ulaşılmaktadır. Havalı salon tamamen tatlı su içermekte, ancak herhangi bir akıntı-deşarj hareketi bulunmamaktadır. Salon içinde kıyıda çakıl bir zemin bulunmamasına rağmen Akdeniz Fokları'nın kısa süreli barınma amaçlı kullanabilecekleri bir alan oluşturmaktadır.

### 3. Diğer Mağaralar:

DEMA sırasında araştırma ve keşfi yapılmış diğer mağaralar ve temel özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Mağaranın Adı	Bölge	Giriş Ağızı	Giriş Derinliği	Maksimum Derinlik	Toplam Uzunluk
Ayhan Mağarası	Aydıncık	Sualtı	27 metre	29 metre	26 metre
Aynalı Çarşı	Kurtini	Sualtı	11 metre	12.5 metre	6 metre
Korsan Mağarası	Karabucak	Suüstü	-	-	32 metre
Nergis Mağarası	Nergis Ad.	Sualtı	18 metre	18 metre	23 metre
Turgutlar Mağarası	Sipahili	Suüstü	-	-	36 metre
Dana Adası Mağarası I	Dana Ad.	Sualtı	9 metre	11 metre	19 metre
Dana Adası Mağarası II	Dana Ad.	Sualtı	9 metre	9 metre	33.5 metre
Eşkina Mağarası	Mavikent	Sualtı	9 metre	12 metre	58 metre

Ayhan Mağarasında suyun kimyasal değerleri incelendiğinde mağaranın tamamen deniz suyu ile dolu olduğu anlaşılmaktadır. Giriş derinliğinin 27 metre olması ve mağara zemininde sualtı tozu bulunması nedeniyle dalınması ve araştırılması oldukça tehlikeli bir mağaradır.

Korsan Mağarası yöre halkı tarafından bilinen bir mağaradır. Mağara suüstü giriş ağızına sahip ve büyük kısmı suüstünde devam etmektedir. Bu mağarada yüzeysel bir çalışma yapılarak envantere dahil edilmiştir.

Nergis Mağarası biri 18 metreden, diğeri 3 metreden olmak üzere iki sualtı giriş ağızına sahip, tamamı deniz suyu ile dolu bir mağaradır. Büyük hacmine rağmen toplam uzunluk olarak kısa bir mağaradır.

Turgutlar, oldukça büyük bir suüstü giriş ağızına sahip olan, toplam uzunluğu 36 metre olan bir mağaradır. Mağarada 10-15 adet göçmen-Lessepsian balığa rastlanmıştır.

Dana Adası Mağaraları, Taşucu'nun Güney-Batısında yer alan Dana Adası'nın Doğu yakasında 9 metreden sualtı girişli olarak gelişmiş mağaralardır. Deniz zemininde birbirlerine komşu olarak duran bu mağaraların hem çözünme hem de aşınma yoluyla oluşmuş birer deniz mağarası olduğunu söylemek mümkündür. Mağaraların ağızlarında fosforlu renklerde 5-6 adet anemon spinograf gözlenmiş ve belgelenmiştir. Mağaraların zemininde oldukça ince sualtı tozu bulunmakta ve kolayca harekete geçerek görüşü azaltmaktadır.

Eşkina Mağarası, toplam 58 metrelik uzunluğuyla DEMA süresince keşfi ve araştırması yapılan ikinci en uzun mağara olmuştur. Oluşumunun tamamen çözünme ile olduğu tahmin edilmektedir. Yaklaşık 2.5 metre genişliğinde tek bir koldan oluşan mağara yatay bir gelişim göstermektedir. Mağara içinde yalnızca tuzlu sudan oluşan tek bir su kütlesi bulunmaktadır. Adını, içinde yaşayan 3-4 adet eşkina balığından almıştır.



## **Sonuçlar:**

Dema projesi kapsamında haritalanan kıyı ve deniz altı mağaralarına ait verilerin incelenmesi sonucunda bu mağaraların oluşumunun aşağıda özetlenen senaryoya uygun biçimde geliştiği anlaşılmıştır:

i) Mağaraların tamamına yakın bölümü karbonatlı kayacın karbonik asit içeren tatlı su ve tatlı-tuzlu su karışımı tarafından kimyasal aşınma yoluyla oluşmuştur,

ii) Mağaraların denize yakın olan ağız kesimlerinde dalga etkisiyle mekanik aşınmanın oldukça sınırlı düzeyde olduğu gözlenmektedir,

iii) Mağaraların yatay ve düşey yöndeki gelişimleri büyük oranda karbonatlı kayacın içerisinde suyun hareketini kolaylaştıran kırık-çatlak zonlarının geometrisine bağlıdır,

iv) Araştırılan mağaraların giriş ağız derinlikleri -10m ile -30m dolayındadır. Mağaraların giriş ağız kotları litolojik-tektonik vb. Faktörler tarafından da denetlenmekle birlikte büyük oranda mağara oluşum dönemi boyunca hakim deniz seviyesi tarafından denetlenirler. Bu nedenle, -10m ve -30m derinliklerinin geçmişte Akdeniz'in bu kesiminde etkin deniz seviyesi kotlarını (sea level stands) oluşturdukları söylenebilir. Diğer bir deyişle, söz konusu derinlikler jeolojik geçmişte buzul çağları boyunca deniz seviyesi alçalmasının açık kanıtlarını oluşturmaktadır.

v) Araştırılan mağaraların bir kısmında mağara gelişiminin düşey yönde değişim gösterdiği gözlenmektedir. Bu durum, söz konusu mağaraların oluşumunda birden fazla gelişim fazının etkili olduğuna işaret etmektedir. Diğer bir deyişle, bir kısım mağaraların gelişimi iklim değişikliklerine bağlı olarak oluşan deniz seviyesi değişimlerine uyum sağlayarak süreklilik göstermiştir,

vi) İncelenen mağaraların büyük bölümünde mağara oluşumunu sağlayan kimyasal çözünme karadan denize doğru hareket eden düşük yoğunluktaki tatlı suyun (yeraltısuyunun) yüksek yoğunluktaki deniz suyu ile temas yüzeyi boyunca gelişmiştir. Termodinamik nedenlerden dolayı tatlı su ile deniz suyunun teması ile oluşan karışım suyu kimyasal açıdan agresif (çözücü) bir yapı kazanmakta ve karbonatlı kayacın temas yüzeyi boyunca çözünmesini sağlamaktadır.

Ayrıca araştırılan mağaralardan ikisinin (Kubbe, Korsan) hava içeren pasajlarıyla Akdeniz Foku için yaşam alanı oluşturması, birinin (Turgutlar) göçmen-Lessepsian balıkları içinde bulundurması bu mağaraların sadece jeolojik değil, aynı zamanda ekolojik açıdan da önemini göstermektedir. Deniz mağaraları, Türkiye kıyılarında hem bilimsel veriler içeren, hem biolojik-ekolojik olarak önemli işlevleri bulunan hem de doğal güzellikleriyle korunma ve ilgi bekleyen çok hassas ve önemli değerlerimizdir.

## **Teşekkür:**

Bu çalışmada bize destek olan HÜMAK, Aydıncık Belediyesi, Doç. Dr. Ali Cemal Gücü ve Araş. Gör. Hasan Örek'e teşekkürlerimizi sunarız.