

*Olağanüstü renk ve desenleriyle düş gücünün sınırlarını zorlayan mağaralar doğanın en gizemli harikalarıdır. Uzun ve daracık tünellerde çekilen çile aniden ortaya çıkan göller ve damla taşların muhteşem görüntüleri yanında unutulup gider. Mağara araştırmacılığı, ancak yeni yıldız sistemlerini keşfederken yaşanabilecek, bir tatmin duygusu verir size.*

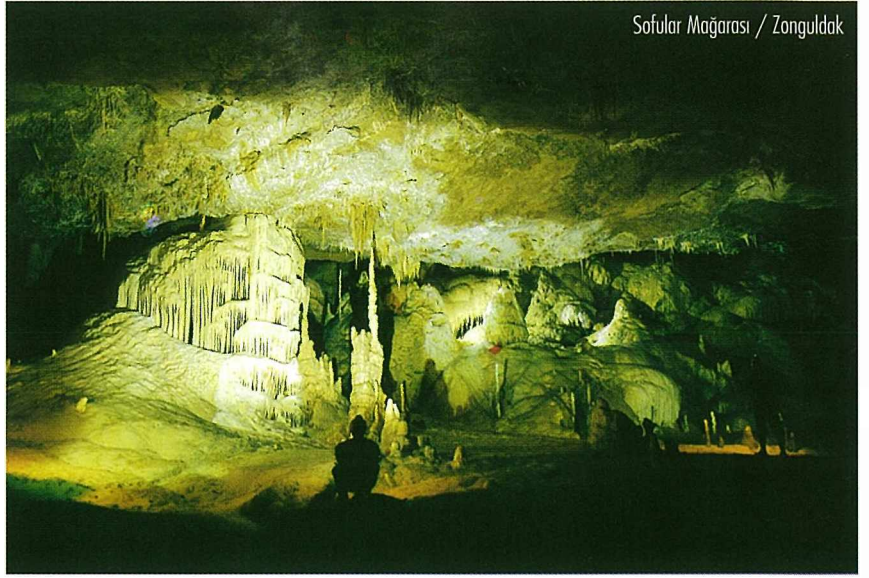
# MAĞARALAR





## Mağara nedir?

**Y**eraltında bulunan, en az bir insanın girebileceği kadar genişliğe sahip boşluklar olarak tanımlanan mağaralar birkaç metreden, kilometrelerce uzunluk ve yüzlerce metre derinlik veya yüksekliğe ulaşabilirler. Mağaralar oluşum şekline göre: doğal ve yapay mağaralar olarak iki gruba ayrılır. İnsanların kazdığı (kaya mezarları ile volkanik tüf veya marnlarda açılan yeraltı şchirleri, kaya evleri ve tapınakları, meyve-sebze depoları vb.) veya hayvanların oyduğu boşluklar yapay mağaraları oluştururlar. Buna karşılık ana kaya oluşurken veya oluşuktan sonraki fiziksel (mekanik) ve kimyasal olaylarla oluşan mağaralara da doğal mağaralar adı verilir. Bu grup mağaralar oluştuğu kayaya bağlı olarak, gelişim zamanına göre birincil mağaralar veya ikincil mağaralar olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar. Ana kaya ile birlikte oluşan mağaralara *birincil mağara* adı verilir lav



Sofular Mağarası / Zonguldak

mağaraları, buzul mağaraları, traverten boşluklar, gibi. Ana kaya oluşuktan sonra gelişen mağaralara da *ikincil mağaralar* adı verilir. Karbonatlı (kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit, karbonat çimento lu konglomera ve kumtaşı), sülfatlı (jips) ve klorlu (tuz) kayaların yeraltı suları tarafından aşındırılması sonucu oluşan mağaralar bu grupta

yer alır. Mağaraların oluşumuna ortam hazırlayan en önemli kaya, kireçtaşıdır. Bu kayaların kimyasal bileşimi ve çatlaklı yapıları mağara gelişimi için oldukça uygundur.

Karbonatlı kayalar; yağış, toprak ve bitki örtüsünden aldığı karbon-dioksit'e bağlı olarak karbonik asitçe zenginleşen suların çözündürücü etkisi ile karstlaşmaya uğralar ve



Ayvazlı Mağarası / Bursa





böylece mağara oluşum süreci başlamış olur.

Bölgenin yüksekliği, kireçtaşları ile çözünmeye uygun olmayan geçirimsiz kayaların birbirlerine göre konumları, akarsu, nehir, göl veya deniz seviyesi yüksekliklerine bağlı olarak mağaralar: yatay, dikey veya yarı yatay-yarı dikey olacak şekilde gelişirler. Genel olarak deniz düzeyinden çok yüksek kotlarda bulunan bölgelerde, yağışlardan sonra yüzey sularının girdiği kuyu şekilli düden mağaralar meydana gelir. Derinlikleri yüzlerce metreyi bulabilen bu mağaraların araştırılması zevkli olduğuna kadar zor ve tehlikelidir. Ova, göl veya nehir düzeyine yakın bölgelerde veya geçirimsiz birimlerin sığ olduğu bölgelerdeki kireçtaşlarında uzun ve yatay mağaralar

gelişmiştir. Bu mağaralara dışardan su girse de (düden veya subatan), çoğunlukla içinden su çıkan kaynak durumundadırlar. Birbirine bağlı birkaç kattan oluşan bu mağaralar göller, damlataş havuzları ve her türden damlataş ile kaplı olabilir.

Karbonatlı kayalardan oluşmuş karstik (çözünen) mağaralar, birkaç

metreden onbinlerce metre uzunluğa ulaşabildikleri gibi, yüzlerce metre derinlik veya yüksekliğe de sahip olabilirler. Örneğin ABD'deki Mammoth Mağara Sistemi'nin uzunluğu 563.270 km, Fransa'daki Reseau Jean-Bernard Mağarası'nın derinliği -1602 m'dir.

Mağaralar sadece karanlık, boş galeri ve salonlardan oluşmamaktadır. İçleri yeraltı nehirleri tarafından dışarıdan getirilmiş kil, mil, kum, çakıl, blok ve moluz yığınları (kıvrıntılı çökeller) ile yerinde oluşmuş damlataşlar (kimyasal çökeller) ile kaplıdır. Özellikle birbirini izleyen bir dizi fiziko-kimyasal süreçlere bağlı olarak, yeraltı sularının geçtiği yerlerdeki karbonatlı ve sülfatlı kayaları çözmeleleri ve yeraltı boşluklarında

#### Dünyanın En Derin Mağaraları

Mağara Adı	Bulunduğu Ülke	Derinlik (-m)
Reseau Jean-Bernard	Fransa	-1602
Gouffre Mirola	Fransa	-1520
Vjacheslava Pantijukhina	Gürcistan	-1508
Lamprechtsofen	Avusturya	-1483
Sistema Hautla	Meksika	-1475

#### Dünyanın En Uzun Mağaraları

Mağara Adı	Bulunduğu Ülke	Uzunluk (m)
Mammoth Cave System	ABD	563270
Optimisticheskaja	Ukrayna	183000
Jewel Cave	ABD	156896
Hoelloch	İsviçre	156000
Lechuguilla Cave	ABD	127000





Balıca Mağarası / Tokat

yeniden çökmeleri sonucu oluşan damlataşlar; mağaraların tavan, duvar ve tabanında değişik şekillerde kendilerini gösterirler. Damlataşların biçim, boyut ve değişik renkli olmalarında mağaranın geliştiği ana kayanın kimyasal bileşimi, tabakaların konumları, çatlak ve kırık yapıları, yeraltı sularının fiziko-kimyasal özellikleri ile iklim son derece etkilidir.

Yeraltısularının genel özellikleri, mağaraya giriş ve mağaradaki akış şekilleri, mağaranın fiziksel ve kimyasal yapısı ile iklime göre kimyasal çökeltiler beş gruba ayrılırlar:

a) *Damlama ve sızma ile oluşan damlataşlar*: Sarkıt, dikit, sütun, duvar damlataşları, göğüslük, sayvan, soğan sarkıt, fil ayağı sarkıt, mantar dikit vd.

b) *Aykırı şekiller*: Heliktit veya egzantrik, mağara kalkanı, mağara çiçeği, mağara iğnesi, mağara karnı-

baharı, patlamış mısır şekilleri vd.

c) *Suyun yüzeyde serbest akışı ile oluşan damlataşlar*: Örtü damlataşları, damlataş köprüsü, şelale damlataşı.

d) *Su düzeyinde veya altında oluşan damlataşlar*: Damlataş havuzu, mağara incisi, mağara sütü, mağara zarı.

e) *Buz oluşumları*.

## Mağaraların kullanım alanları

Avrupa ülkeleri ve ABD'de 1800'lerin başında başlayan mağara araştırmaları ve mağaraların kullanımını veya mağaralardan yararlanma çok ileri bir aşamaya ulaşmış ve ülkelerin sosyo-

ekonomik gelişimleri sırasında başlı başına önemli bir sektör oluşturmuştur.

Herhangi bir mağaranın oluşum ve gelişim özellikleri ile iklimselligi, o mağaranın hangi amaçlarla

kullanılacağını belirler. Mağaralar yaygın olarak turizm, doğal soğuk hava depolamacılığı, hayvansal ürünlerin (tulum peyniri, yağ vb.) olgunlaştırılması ve korunması, kültür mantarcılığı, solunum yolu hastalıklarının tedavisi, askeri amaçlarla korunak ve sığınak, guano (yarasa gübresi) üretimi, plaser mineral yatakları, yeraltısuyu havzalarının belirlenmesi ve yüzeye çıkarılması, kaynak sularının kirlenme odaklarının ve koruma yöntemlerinin belirlenmesi, bölgesel jeolojik, jcomorfolojik, hidrolojik ve paleoekolojik özelliklerin tespit edilmesi ile sıvılaştırılmış gaz, doğalgaz ve akaryakıt depolanması amaçlarıyla kullanılmaktadır.

## Mağaraların araştırılması

Mağaralar, maden galerileri gibi tahkimatları yapılmış, ışıklandırılmış, tehlikeleri en aza indirilmiş yeraltı boşlukları değildir. Başlangıçta uzunluğu, derinliği, karşılaşılabilecek tehlikeleri bilinmeyen bu boşluklar, can güvenliğinin en az olduğu mutlak karanlık alanlardır. Bu nedenle mağara araştırmaları iyi eğitilmiş, fiziki güç, moral, deneyim ve gerekli teknik malzeme ile donanmış elemanlardan oluşacak bir



Balıca Mağarası / Tokat





Karaca Mağarası / Gümüşhane

ekip işidir. Karanlık, kapalı yer, yükseklik ve benzeri fobileri olan kişilerin mağara ortamında çalışmalarını oldukça güçtür. Araştırma ve keşfetme duygusu ile doğa sevgisi mağara araştırmalarında da diğer doğa sporlarında olduğu gibi önemli ölçütlerdir.

Mağaracılık herşeyden önce bir spordur ve "tersine dağcılık" olarak da adlandırılabilir. Mağaraya girerken, tehlike ve zorlukları en aza indirecek araç-gereçler (kask, karpit lambası, el feneri, su geçirmez mağara tulumu, kauçuk tabanlı çizme, iniş ve çıkış aletleri, göğüs ve oturma kemerleri, karabin, bot vd.) bulundurulmalıdır. Doğal olarak, tüm bu araç-gerecin bulundurulmasının yanısıra konuyla ilgili bilgi donanımı da önemlidir. Ayrıca ilk yardım malzemeleri, yedek iç giysi, enerji verecek tatlı türü yiyecekler de almak gerekir.

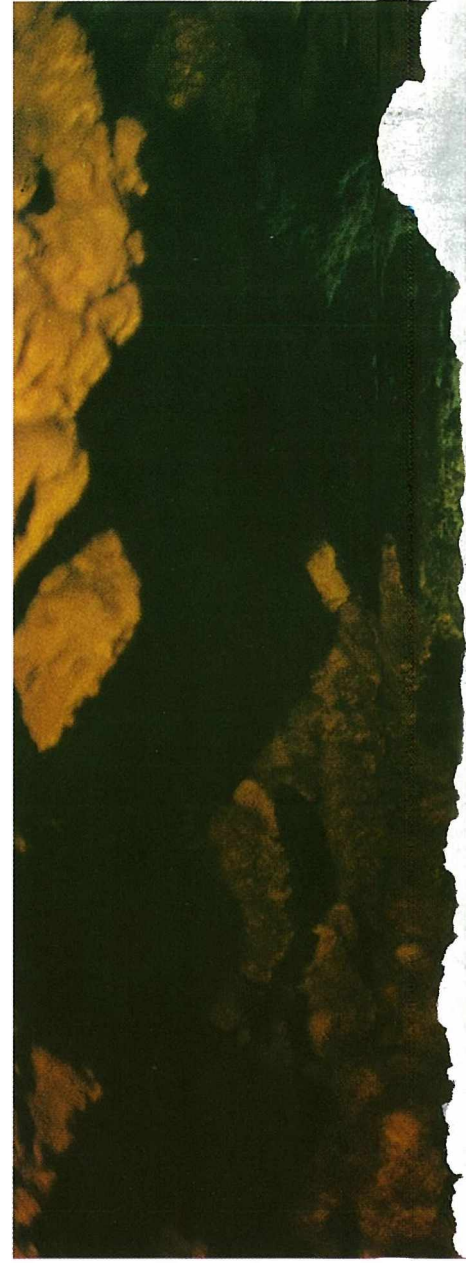
Bölgesel jeolojik, jeomorfolojik ve hidrolojik gelişimi karakterize eden mağaralar, bütün kol, girinti, çıkıntı ve katlarıyla araştırıldıktan sonra haritalanmalıdır. Plan, boyuna ve enine kesitlerden oluşan mağaraların haritalanması, özel olarak yapılmış nem ve sudan etkilenmeyen pusula eğim ölçer, çelik metre

veya bunların işlevini gören ve taşınması son derece kolay olan lazerli ölçüm aleti gerektirir. Karakteristik özelliği olan veya uygulamaya açılacak mağaraların ölçümünde ise, hata oranını en aza indirmek için elektronik mesafe ölçer tercih edilmelidir.

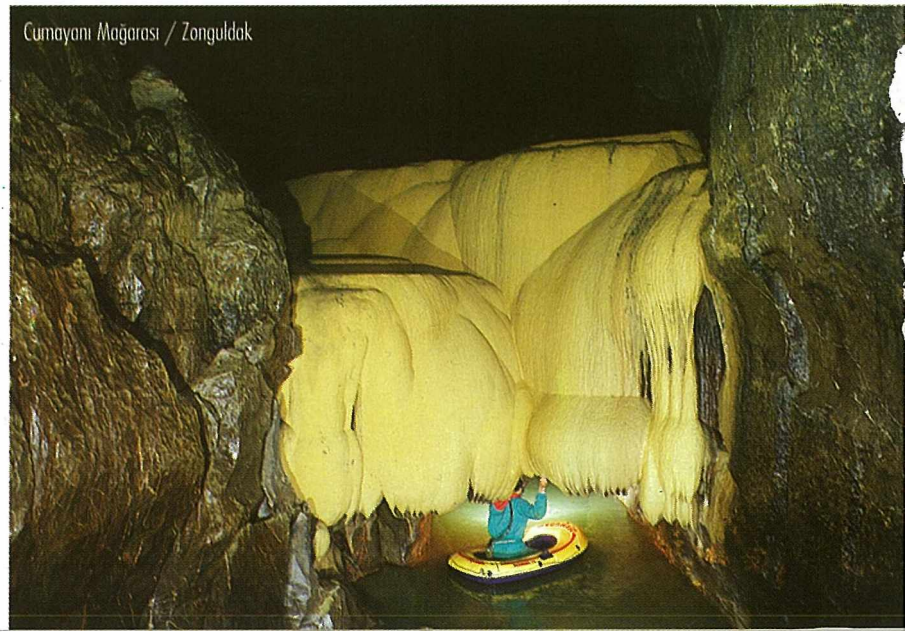
Yerbilimsel bir şekil olan ve geçmişin izlerini içinde saklayan mağaraların araştırılması dencyimli bir kadroyu gerektiren ekip çalışmasıdır. Tam olarak oluşturulabilecek bir mağara araştırma ekibinde jeolog, jeomorfolog, hidrojeolog, biyolog, arkeolog, ve antropolog ile haritacı bulunmaktadır. Ayrıca bu ekibe, uygulama projesi hazırlanacak mağaralarda mimar ve elektrik mühendisi de katılır.

## Mağara çalışmaları

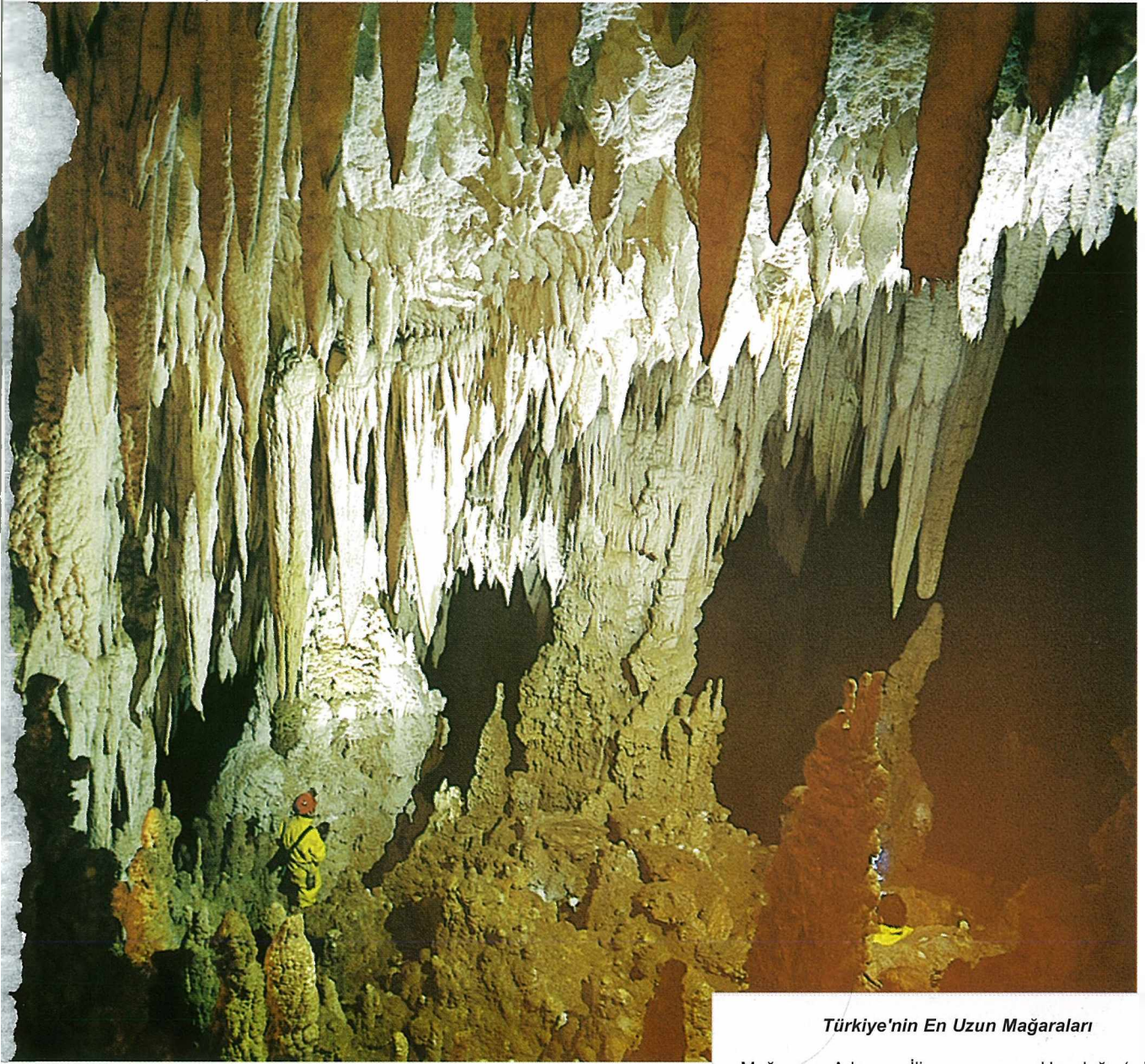
Mağara araştırmaları, birbirini tamamlayan ve aşamalar halinde gelen ölçülebilir belirli parametreleri içerir. Başlangıçta, daha önce de belirtildiği gibi mağaranın keşfi ve haritalanması yapılır. Ölçeği mağaranın büyüklüğü ve önemine göre değişen (1/100-1/2500) bu haritalarda topografik, kadastrografik bilgiler yanında, mağaralardaki kimyasal ve fiziksel çökeller, hidrolojik (göl, yeraltı nehri, düden ve subatan vd.) atmosferik (nem, sıcaklık, rüzgar hızı), biyolojik ve antropolojik özellikler ile tehlikeli noktalar işa-



Cumayarı Mağarası / Zonguldak







retlenir. Bundan sonra mağaranın jeolojik, jeomorfolojik, hidrojeolojik, meteorolojik, biyolojik, antropolojik-arkeolojik oluşum ve gelişimi ile mağara havasının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirtilir. Özellikle insan sağlığı açısından son derece önemli olan mağara havasındaki gazların (başta Radon, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Metan olmak üzere) ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Herhangi bir mağarada yapılacak çalışmalar mağara dışında jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi ile sona erer. Buna karşılık kullanıma açıla-

cak mağaralarda, bu çalışmalara ek olarak Uygulama Projesi hazırlanır. Koruma ve kullanım yöntemlerinin belirlendiği bu çalışmada mağara içi mimari ve elektrik düzenlemeleri ile mağara dışının çevre planlaması yapılır.

### Mağara kazaları

Mağara çalışmaları, iyi bir eğitim ve araç gereçten yoksun yapıldığı durumlarda çeşitli tehlikelerle yüz yüze gelinmektedir. Bu nedenle mağaracıların, çok

#### Türkiye'nin En Uzun Mağaraları

Mağaranın Adı	İli	Uzunluğu (m)
Pınargözü	Isparta	16000 (devam ediyor)
Tilkiler	Antalya	6650
Kızılelma	Zonguldak	6630
Mencilis	Karabük	5330
Ayvaini	Bursa	4866

#### Türkiye'nin En Derin Mağaraları

Mağaranın Adı	İli	Derinliği(±m)
Peynirlikönü	İçel	-1430 (devam ediyor)
Çukurpınar	İçel	-1190
Kuzukulağı	Isparta	-832 (devam ediyor)
Pınargözü	Isparta	+660
Subatani	Kayseri	-643

dikkatli olmalarının yanısıra eğitim ve ekipmanlarının da tam olması gerekmektedir. Karanlık, yüksek nem





Elbeyli Mağarası / Bursa



Altınbeşik Mağarası / Antalya

ve aşırı soğuk bir ortama sahip olan mağaralardaki yaralanma, sakatlanma ve hatta ölüme yol açan kazaların en büyük nedeni aşırı cesaret ve dikkatsizliktir. Mağara ortamında atılacak her adım ve tutulacak her nokta özenle seçilmelidir.

Mağaralarda meydana gelen kazaların büyük bir bölümü insan faktörü, kullanılan malzemeler, mağaranın fiziki özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Mağara ortamında uzun süre kalındığında yorgunluğa bağlı olarak gelişen algılama bozuklukları, dikkatsizlik mağara kazalarına yol açtığı gibi, kullanım ömrünü tamamlamış teknik malzemenin kullanımı, dikey mağaralarda mağara ipi bağlantılarının yanlış yapılması gibi nedenler de kazalara yol açabilir. Ayrıca mağara atmosferinde bulunabilecek boğucu ve yanıcı gazlar, yağışlardan sonra mağarayı aniden basan sular da kazalara neden olabilir.

## Türkiye mağaraları

Ülkemizin 2/5'i (%35-40) mağara gelişimine uygun kayalardan meydana gelmiştir. Belirli kuşaklar şeklinde uzanan bu kayalar içinde, yaklaşık 35.000-40.000 mağaranın bulunabileceği tahmin edilmektedir. Bu mağaraların büyük bir bölümü Batı ve Orta Toros Dağları'nda (Muğla, Antalya, Isparta, Burdur, Konya, Karaman, İçel ve Adana) yer alırlar. Türkiye'nin en uzun (Beyşehir Gölü batısındaki Pınargözü Mağarası 16 km) ve en derin (Anamur yakınındaki Peynirlik Düdeni, -1430 m) mağaraları bu dağ kuşağı üzerindedir.

Mağara gelişiminin yoğunluğu açısından ikinci bölge Güney Marmara (Bursa, Balıkesir, Bilecik) ve Trakya'dır (Kırklareli, İstanbul). Bolu, Zonguldak, Bartın, Karabük ve Kastamonu illerini içeren Batı Karadeniz Dağları bu bölgeleri izler. Bunların yanında Gümüşhane, Bayburt, Sinop, İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Eskişehir, Ankara, Niğde, Kayseri, Tokat, K.Maraş, Hatay, Elazığ, Diyarbakır, Gaziantep, Bitlis, Van, Tunceli, Hakkari sınırları içinde de çok sayıda mağara yer alır.

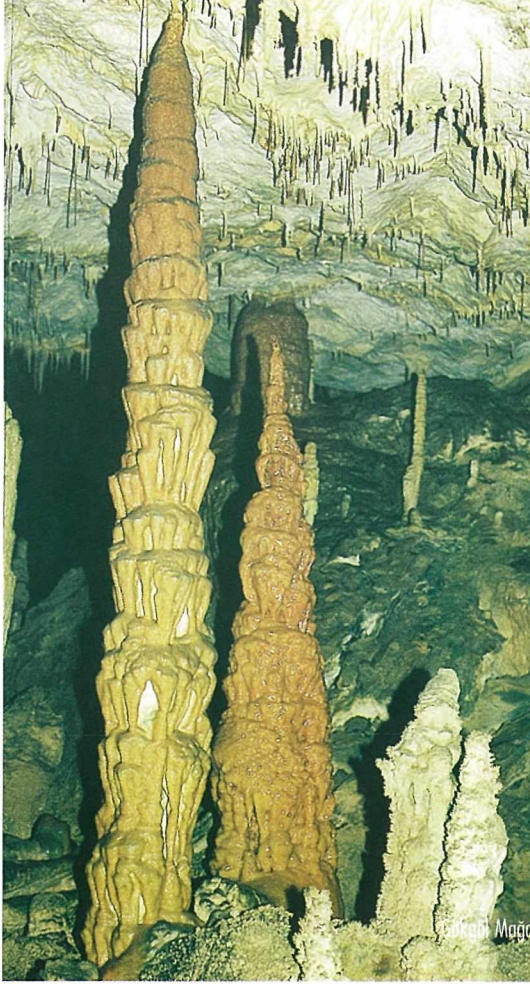


## Türkiye'de Mağara Araştırmaları

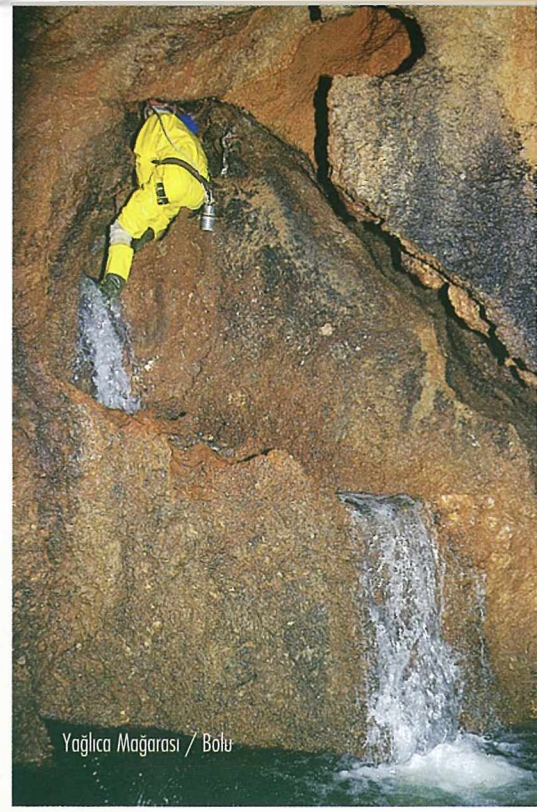
Dünyadaki diğer ülkelere göre "Mağara cenneti ülke" durumunda olan yurdumuzda, mağara araştırmaları ve mağaralardan yararlanma çok yeni bir konudur. Onbinlercesinin bu-lunabileceğini tahmin ettiğimiz mağaraların araştırılması 1960 yılı-nın başlarına rastlar. 1964 yılında kurulan Mağara Araştırma Der-neği (MAD), yurt dışından davet ettiği mağara-cılarla Toros Dağları'n-da araştırmalarda bulunarak çok sayıda mağaranın etüdünü gerçek-leştirmiştir. 1973 yılın-da da ilk üniversite kulübü olan Boğaziçi Üni-versitesi Mağara Araştırmaları Kulübü (BÜ-MAK) kurulmuştur. Da-ha sonraki dönemlerden günümüze kadar da sayıları onları bulan kulüp ve dernek kurulmuştur. Ancak bu grupların çalışmaları, yapılanma-larından dolayı daha çok sportif ağırlıklı olmuştur.

Türkiye'de sistem-atik olarak mağaraların araştırılması 1979 yılın-

da MTA Jeoloji Etütleri Dai-resi bünyesinde kurulan "Ma-ğara Araştırmaları Projesi" ile başlamıştır. Kurulduğu yıllarda sınırlı bir eleman yapısına sahip olan proje grubu, günü-müzde farklı disipline sahip elemanlar-dan oluşmaktadır. MTA Ma-ğara Araştırmaları Projesi Grubu kurulduğu ta-rihten bu yana Türkiye'nin değişik yöre-lerinde



Yedigöller Mağarası / Zonguldak



Yağlıca Mağarası / Bolu

yönelik çalışmalarda yapılmaktadır.

Turizm amaçlı kul-lanıma uygun olabilecek mağaralarda mimari, elektrik ve çevre düzenlemelerinden oluşan "Uygulama Projesi" hazırlanmaktadır. MTA Mağara Araştırmaları Grubu'nca uygulama projesi hazırlanan mağaralardan günümüzde Narlıkuyu (Silifke/İçel), Karaca (Torul/Gümüşhane), Ballica (Pazar/Tokat), Zindan (Aksu /İsparta), Dim (Alanya/Antalya) ve Gököl (Zonguldak) mağaraları turizme açılmıştır. Bu mağaralar bulundu-kları bölgenin

sosyo-ekono-mik gelişimine büyük katkılar sağlamaktadır. Örneğin, Türkiye'nin az gelişmiş bölgeleri arasında yer alan To-kat'ın dağlık bir kesiminde bulunan ve 1996 yılında turizme açılarak adı-na festivaller düzenlenen Ballica Mağarası, bu ilin turizm yapısını olumlu yönde etkilemiştir.

500 adet mağara-nın detay incelemesini yapmıştır. Proje Grubu yürüttüğü çalışmalarla mağaraların jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik, hid-rojeolojik, meteorolojik, bi-yolojik özelliklerini inceleyerek, önemlerine göre 1/100-1/2500 ölçekli haritalarını (plan ve kesitleri) çizmekte ve ekonomik kullanım alanları belirlemektedir. Mağaralardan geçen yeraltı nehirlerinin hareket yönleri, ilişkili oldukları yeraltı ve yerüstü akarsuları havzaları, kirlenme alanları ile koruma yöntemlerine



Yağlıca Mağarası / Bursa

Lütfü Nazik

Dr., Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü  
Jeoloji Etütleri Dairesi