

**Balıkesir - Havran Bölgesi Mağaraları'nın Omurgasız Hayvan
Faunasının Belirlenmesi ve Zoocoğrafik Varyasyonlarının
İncelenmesi**

**Determination of Invertebrate Fauna and Surveying the
Zoogeographic Variations of Balıkesir – Havran Region Caves**

Emrah ÖZEL

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin
Biyoloji Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

2010

Destegini Esirgemeyen

Babama

BALIKESİR - HAVRAN BÖLGESİ MAĞARALARI'NIN OMURGASIZ HAYVAN FAUNASININ BELİRLENMESİ VE ZOOCOĞRAFİK VARYASYONLARININ İNCELENMESİ

Emrah ÖZEL

ÖZ

Yapılan bu çalışma sonucunda Havran Mağarası dahil olmak üzere Güney Marmara bölgesindeki 18 farklı mağaraya girilmiş, bu mağaralardan 9 takıma ve 16 familyaya ait toplam 21 farklı omurgasız türü tespit edilmiştir. Bu türü 5 tanesinin yeni tür olma olasılığı vardır. Ayrıca inceleme sonucu 4 tür için yeni lokalite tespit edilmiştir. Bu çalışma, ileride bölgede yapılacak araştırmalara da bilimsel bir zemin oluşturmasının yanında mağara ekosistemlerine yönelik tehdidlere (baraj inşaatları ve bilinçsiz mağara turizmi vb.) karşı bilimsel bir koruma planı oluşturulması hedeflenmiştir. Ülkemizde kapsam ve bilimsel nitelik bakımından benzer çalışmaların çok az olması da çalışmanın özgün bilimsel değerini ortaya koymaktadır.

Yapımına 1995 yılında başlanan ve inşaatı tamamlanmış olan Havran Barajı'nın su tutmasıyla birlikte Havran Mağarası da sular altında kalmıştır. Mağara, önemli bir yarasa yuvalama alanı olmasından dolayı bölgenin Natura2000 aday bölgesi olarak belirlenmiş ve korunmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır ancak bu çalışmalardan sonuç alınamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Havran Mağarası, biyospeleoloji, mağara ekosistemi, mağara omurgasızları.

Danışman: Prof. Dr. Ali DEMİRİSOY

DETERMINATION OF INVERTEBRATE FAUNA AND SURVEYING THE ZOOGEOGRAPHIC VARIATIONS OF BALIKESİR – HAVRAN REGION CAVES

Emrah ÖZEL

ABSTRACT

By this study, 18 different caves, including the Havran Cave, are investigated. As a result of this survey, 21 different invertebrate species from 16 family and 9 order have identified, 5 of them are probably new for science and recorded 4 new localities of samples. This study will be the scientific basis of further studies in this region and helps for planning the protection against the threats of cave ecosystems (i.e. dam constructions and unconscious cave tourism). By the content and scientific quality, inconsiderable number of similar studies in our country indicates the genuine scientific value of this study.

Havran Cave have been flooded by the filling water of Havran Dam which construction was started in 1995. Cave was indicated as an applicant of Natura2000 conservation status because of nesting a significant size of bat population therefore this region. By the dam construction near completion, studies intended for conservation the cave fauna was started but these studies was unsuccessful.

Anahtar Kelimeler: Havran Cave, biospeleology, cave ecosystem, cave invertebrate.

Advisor: Prof. Dr. Ali DEMİRİSOY

TEŞEKKÜR

Çalışmam sırasında bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ali Demirsoy'a ve maddi – manevi desteğini esirgemeyen Babam Emrullah Özel'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ek olarak, Sayın Yard. Doç. Dr. Burçin Alkım Gümüş'e, Gastropoda örneklerinin teşhisindeki yardımlarından dolayı, Sayın Prof. Dr. Füsün Sipahiler'e Trichoptera örneklerinin teşhisindeki yardımlarından dolayı, Sayın Doç. Dr. Hasan Koç'a Diptera takımına ait örneklerin teşhisindeki yardımlarından dolayı, Sayın Yard. Doç. Dr. Tuncay Türkeş'e Araneae örneklerinin teşhisindeki yardımlarından dolayı, Sayın Arş. Gör. M. Sait Taylan'a Orthoptera takımına ait örneklerin teşhisindeki yardımlarından dolayı, Sayın Arş. Gör. Neslihan Kocatepe'ye Coleoptera takımına ait örneklerin teşhisindeki yardımlarından dolayı, Sayın Yard. Doç. Dr. Fevzi Kırkım'a Isopoda örneklerinin teşhisindeki yardımlarından dolayı ve Sayın Doç. Dr. Selma Çalışkan'a Lepidoptera takımına ait örneklerin teşhisindeki yardımlarından dolayı, arazi çalışmalarında verdikleri destekten dolayı Hacettepe Üniversitesi Mağaracılık Kulübü'ne üye mağaracılara ve tezime hem içerik hem de biçim yönünden sağladığı katkılardan dolayı Sayın Doç. Dr. Aydın Akbulut ve Sayın Arş. Gör. Elif Aydın Dede'ye teşekkür ederim.

Ayrıca, 109T003 no'lu proje ile çalışmamı destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Özet.....	i
Abstract	ii
Teşekkür.....	iii
İçindekiler Dizini	iv
Şekiller Dizini.....	vii
Çizelgeler Dizini.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tarihçe	2
1.2. Mağara Oluşumu, Sınıflandırması ve Mağaraların Ekolojik Faktörleri	5
1.2.1. Mağaraların sınıflandırılması.....	6
1.2.2 Yeraltı habitatları	9
1.2.3 Ekoloji ve çevresel faktörler	11
1.2.4 Hipogen çevre faktörleri	12
1.2.5 Trofik ve biyospeleolojik kategoriler	15
1.2.6 Trofik kaynaklarına göre mağaraların sınıflandırılması	16
1.2.7. Biyospeleolojik Kategoriler	17
1.2.8. Yerin altında evrim	18
1.2.9. Sınırlayıcı Faktörler	21
2. TÜRKİYE’DE YAPILMIŞ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	26
3. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANIMI	28
3.1. Çalışma Bölgesindeki Mağaraların Genel Özellikleri.....	33
3.1.1. Havran Mağarası.....	33
3.1.2. Atina Mağarası	34
3.1.3. Kanlı Mağara.....	35
3.1.4. Delikkaya Mağarası.....	35
3.1.5. İncirlikuyu Mağarası	35
3.1.6. Kocain Mağarası	35
3.1.7. Ulupınar Mağarası.....	36
3.1.8. Beyköy Düdeni	36
3.1.9. Peynirkuyu Mağarası	36
3.1.10. Mürüvetler Mağarası	36
3.1.11. Ballıkaya Mağarası.....	37
3.1.12. Kapulukaya Mağarası	37
3.1.13. Kayapa Mağarası	37
3.1.14. Ayiini (Kazanpınar) Mağarası.....	37
3.1.15. Gavurini Mağarası.....	38
3.1.16. Avdancık I Mağarası	38
3.1.17. Avdancık II Mağarası	38
3.1.18. Elmaçayırı Mağarası	38

3. MATERYAL VE METOT	39
3.1. Örnek Toplama	39
3.1.1. Elle arama	43
3.1.2. Atrap, aspiratör ve diğer araçlar	44
3.2. Örneklerin Saklanması	44
3.3. Örneklerin Değerlendirilmesi	44
4. BULGULAR	45
4.1. Tespit Edilen Türlerin Mağara İçindeki Dağılımları	47
4.1.1. Havran Mağarası.....	47
4.1.2. Atina Mağarası	48
4.1.3. Kanlı Mağara.....	49
4.1.4. Kocain Mağarası	49
4.1.5. Delikkaya Mağarası.....	50
4.1.6. İncirlikuyu Mağarası	51
4.1.7. Ulupınar Mağarası.....	52
4.1.8. Beyköy Düdeni.....	53
4.1.9. Ayiini (Kazanpınar) Mağarası.....	54
4.1.10. Kapulukaya Mağarası	55
4.1.11. Kayapa Mağarası	56
4.1.12. Ballıkaya Mağarası.....	57
4.1.13. Gavurini Mağarası.....	58
4.1.14. Peynirkuyu Mağarası	59
4.1.15. Mürüvetler Mağarası	60
4.1.16. Avdancık I Mağarası	61
4.1.17. Avdancık II Mağarası	62
4.1.18. Elmaçayırı Mağarası	63
4.2. Bulunan Türlerle İlgili Sistematik Veriler	64
4.2.1. Mollusca (Yumuşakçalar).....	64
4.2.1.1. Tür: <i>Oxychilus investigatus</i> RIEDEL, 1993	65
4.2.1.2. Tür: <i>Oxychilus samius</i> E. VON MARTENS, 1889	66
4.2.1.3. Tür: <i>Limacus flavus</i> LINNAEUS, 1758	67
4.2.1.4. Tür: <i>Deroceras berytensis</i> (BOURGUIGNAT 1852)	68
4.2.2. Takım: Araneae (Örümcekler).....	69
4.2.2.1. Tür: <i>Meta menardi</i> LATREILLE, 1804	69
4.2.2.2. Tür: <i>Metellina merianae</i> SCOPOLI, 1763.....	70
4.2.2.3. Tür: <i>Tegenaria picta</i> SIMON, 1873	71
4.2.2.4. Cins: <i>Haplodrassus</i> sp.	72
4.2.2.5. Tür: <i>Pholcus opilionoides</i>	73
4.2.3. Takım: Isopoda (Tespah Böcekleri).....	74
4.2.3.1. Tür: <i>Oniscus asellus</i> LINNAEUS, 1758.....	74
4.2.3.2. Tür: <i>Porcellio scaber</i> LATREILLE, 1804	75
4.2.3.3. Tür: <i>Cylisticus</i> sp.	76
4.2.4. Takım: Collembola (Kuyrukla Sıçrayanlar).....	77
4.2.4.1. Cins: <i>Lepidocyrtus</i> sp.	78

4.2.5. Takım: Orthoptera (Çekirgeler)	78
4.2.5.1. Cins: <i>Discoptila</i> sp.	79
4.2.5.2. Tür: <i>Gryllomorpha dalmatina</i> OCSKAY, 1832	79
4.2.6. Takım: Trichoptera (Evcikli Hayvanlar)	80
4.2.6.1. Tür: <i>Micropterna sequax</i> MCLACHLAN, 1875	80
4.2.6.2. Tür: <i>Stenophylax meridionalis</i> MALICKY, 1982	81
4.2.7. Takım: Diptera (Sinekler)	82
4.2.7.1. Tür: <i>Limonia nubeculosa</i> ALEXANDER, 1929.....	82
4.2.8. Takım: Coleoptera (Kıncanatlılar)	83
4.2.8.1. Tür: <i>Laemostenus punctatus</i> C. L. KOCH, 1836.....	83
4.2.8.2. Tür: <i>Pterostichus longicollis</i> DUFTSCHMID, 1812	84
4.2.9. Takım: Lepidoptera (Kelebekler).....	85
4.2.9.1. Tür: <i>Lymantria dispar</i> LINNAEUS, 1759.....	85
5) TARTIŞMA VE SONUÇ	86
5.1. Havran Mağarasının ve Diğer Mağaraların Biyospeleolojik Durumu	86
5.1.1. Sınıf: Gastropoda (Karından Bacaklılar)	88
5.1.2. Takım: Araneae (Örümcekler).....	89
5.1.3. Takım: Isopoda (Tespah Böcekleri).....	90
5.1.4. Takım: Collembola (Kuyrukla Sıçrayanlar).....	90
5.1.5. Takım: Orthoptera (Çekirgeler)	91
5.1.6. Takım: Diptera (Sinekler)	92
5.1.7. Takım: Coleoptera (Kıncanatlılar)	93
5.1.8. Takım: Lepidoptera (Kelebekler).....	93
5.1.9. Takım: Trichoptera (Evcikli Hayvanlar)	94
5.2) Sonuç.....	95
Kaynaklar Dizini	96
Dipnotlar.....	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Toprak ve üst kayaç katmanları.....	10
Şekil 2: Mağara canlılarının evriminde iklimik – relikt modelin birinci savı.....	22
Şekil 3: Mağara canlılarının evriminde iklimik – relikt modelin ikinci savı.....	23
Şekil 4: Çalışma bölgesinin harita üzerinde görünümü.	29
Şekil 5: 22 – 26 Haziran 2009 tarihli 1. arazi çalışması sonucunda araştırılan Havran, Atina, Delikkaya ve Kanlı mağaralarının harita üzerindeki konumu.....	30
Şekil 6: 24 – 30 Eylül 2009 tarihli 2. arazi çalışması sonucunda araştırılan İncirlikuyu, Kocain ve Ulupınar mağaralarının harita üzerindeki konumu.	31
Şekil 7: 2 – 8 Kasım 2009 tarihli 3. arazi çalışması sonucunda araştırılan Beyköy Düdeni, Peynirkuyu, Mürüvetler ve Ballıkaya mağaralarının harita üzerindeki konumu.	31
Şekil 8: 8 – 14 Şubat 2010 tarihli 4. arazi çalışması sonucu araştırılan Kayapa, Kapulukaya, Ayıini ve Gavurini mağaralarının harita üzerindeki konumu.	32
Şekil 9: 5 – 8 Mart 2010 tarihli 5. arazi çalışması sonucu araştırılan Avdancık I, Avdancık II ve Elmaçayı mağaralarının harita üzerindeki konumu.	32
Şekil 10: Elle örnek alma.....	43
Şekil 11: Havran Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	47
Şekil 12: Atina Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	48
Şekil 13: Kanlı Mağara'dan toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	49
Şekil 14: Kocain Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	49

Şekil 15: Delikkaya Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	50
Şekil 16: İncirlikuyu Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	51
Şekil 17: Ulupınar Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	52
Şekil 18: Beyköy Düdeninden toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	53
Şekil 19: Ayiini Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	54
Şekil 20: Kapulukaya Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	55
Şekil 21: Kayapa Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	56
Şekil 22: Ballıkaya Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	57
Şekil 23: Gavurini Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	58
Şekil 24: Peynirkuyu Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	59
Şekil 25: Mürüvetler Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	60
Şekil 26: Avdancık I Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	61
Şekil 27: Avdancık I Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.	62
Şekil 28: Elmaçayı Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.....	63
Şekil 29: <i>Oxychilus investigatus</i> RIEDEL, 1993 türüne ait fotoğraf.	65
Şekil 30: <i>Oxychilus samius</i> VON MARTENS, 1889 türüne ait fotoğraf.....	66

Şekil 31: <i>Limacus flavus</i> LINNAEUS, 1758 türüne ait fotoğraf.	67
Şekil 32: <i>Deroceras berytensis</i> BOUR., 1852 türüne ait fotoğraf.....	68
Şekil 33: <i>Meta menardi</i> LATREILLE, 1804 türüne ait fotoğraf.	69
Şekil 34: <i>Metellina meriana</i> SCOPOLI, 1763 türüne ait fotoğraf.....	70
Şekil 35: <i>Tegenaria picta</i> SIMON, 1873 türüne ait fotoğraf.	71
Şekil 36: <i>Haplodrassus</i> sp. türüne ait fotoğraf.....	72
Şekil 37: <i>Pholcus opilionoides</i> SCHRANK, 1781 türüne ait fotoğraf.....	73
Şekil 38: <i>Oniscus asellus</i> LINNAEUS, 1758 türüne ait fotoğraf.....	74
Şekil 39: <i>Porcellio scaber</i> LATREILLE, 1804 türüne ait fotoğraf.	75
Şekil 40: <i>Cylisticus</i> sp. türüne ait fotoğraf.....	76
Şekil 41: <i>Lepidocyrtus</i> sp. türüne ait fotoğraf.	77
Şekil 42: <i>Discoptila</i> sp. türüne ait fotoğraf.	78
Şekil 43: <i>Gryllomorpha dalmatina</i> OCSKAY, 1832 türüne ait fotoğraf.....	79
Şekil 44: <i>Micropterna sequax</i> MCLACHLAN, 1875 türüne ait fotoğraf.	80
Şekil 45: <i>Micropterna sequax</i> MCLACHLAN, 1875 türüne ait fotoğraf.	81
Şekil 46: <i>Limonia nubeculosa</i> ALEXANDER, 1929 türüne ait fotoğraf.	82
Şekil 47: <i>Laemostenus punctatus</i> KOCH, 1836 türüne ait fotoğraf.	83
Şekil 48: <i>Pterostichus longicollis</i> DUFT., 1812 türüne ait fotoğraf.....	84
Şekil 49: <i>Lymantria dispar</i> LINNAEUS, 1759 türüne ait fotoğraf.	85
Şekil 50: Girişi kapatılan Havran Mağarası'ndan bir görüntü.....	88

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1: Çalışma kaspasında araştırılan mağaraların koordinat ve iklimsel verileri.	45
Çizelge 2: Türlerin mağaralara göre dağılımı	46

1. GİRİŞ

Ülkemizde biyospeleoloji (mağara canlıları) biliminin tarihi, 1924 yılında R. Hovase'nin Yarımburgaz Mağarası'nda yaptığı çalışmalara dayanır. Yaklaşık 85 yıllık bir geçmişe sahip olmasına karşın son yıllara kadar birkaç yabancı araştırmacının yüzeysel çalışmasından başka mağara canlıları ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Mağara omurgasızlarının çalışılması özel uzmanlık isteyen bir alan olması nedeniyle, ülkemizdeki uzmanlaşma da bu açıdan tümüyle yetersizdir.

Bu çalışma kapsamında Balıkesir – Havran İlçesi, Havran Mağarası'nın ve bölgede bulunan diğer mağaraların yani Güney Marmara Bölgesi Mağaraları'nın omurgasız faunası belirlenmiş ve aynı bölgede coğrafik olarak yalıtılmış mağaraların kendi içerisindeki farklılaşmalar (varyasyonlar) saptanmaya ve yorumlanmaya çalışılmıştır.

Bu bölgenin özellikle seçilmiş olması, zoocoğrafik olarak kıtalar arası fauna geçişlerinin (Avrupa -> Anadolu -> Asya ve Afrika) üzerinde bulunması; en önemlisi bu bölgeye kurulan bir kısmı bitmek üzere, bir kısmı yapım aşamasında bulunan barajlardır.

Çalışma ile bölgede seçilen mağaralarda omurgasız fauna tespiti yapılmış ve zoocoğrafik geçmişi tartışılmıştır. Bunun yanında bölgedeki mağaraların ayrıntılı bir biyolojik envanter oluşturulması için başlangıç niteliğindeki kapsamlı bir akademik çalışma hedeflenmiştir.

Çalışma ile elde edilen verilerin mağara turizmi ve koruma çalışmalarına bilimsel bir zemin kazandırması amaçlanmaktadır. Çalışma bölgesinde bulunan ve bilinçsiz mağara turizm işletmeciliğinin en dramatik örneğini teşkil eden Oylat Mağarası, 1997 yılında MTA Karst ve Mağara Ekibi tarafından keşfedildiğinde zengin bir canlı varlığı bulunduğu şeklinde raporlanmıştır. Raporda, başta yarasalar olmak üzere binayaklar, kalabaklar ve guanobi olarak adlandırılan guanoda yaşayan eklembacaklılar bulunduğu belirtilmiştir. Mağaranın turizme açılmasıyla yarasa ve omurgasız faunası tamamen yok olduğu yine çalışma kapsamındaki arazi çalışmalarıyla tespit edilmiştir. Bu tez, çalışma bölgesinde yürütülen ilk biyospeleolojik çalışma olmakla birlikte Türkiye'de bu ölçekte gerçekleştirilmiş sayılı çalışmalardan biridir (Bkz. Bölüm 2).

Çalışma alanı olarak Havran ilçesi ve Balıkesir ilinin seçilmesi, daha önce tarafımızdan Havran Mağarası omurgasızlarıyla ilgili yapılan bir ön çalışma

sonucunda belirlenmiştir. Ayrıca bu bölgenin, Anadolu'nun buzullaşma devirlerinde omurgasızlar için önemli bir sığınak (refugium) alanı olduğu düşünülmektedir.

1.1. Tarihçe (Romero, 2009)

İnsanın prehistorik zamanlarda mağarayı sıkça kullanmasıyla birlikte mağara canlılarına ilgisi de başlamıştır. Fransa'nın Ariège Bölgesindeki Pirene dağlarındaki Trois Frères mağarasında bulunan ve yaklaşık 30000 yıl öncesine ait çizimlerde bazı böcek figürleri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda bu figürlerin mağaralarda yaşamaya uyum sağlamış *Trogluphilus* cinsine ait *Dolicopoda lingustica* türü bir çekirge olduğu tahmin edilmiştir.

Tarihte mağara organizmalarıyla ilgili yapılmış ilk çalışma, 1537 yılında Venedikli şair ve filolog Giovanni Giorgio Trissino tarafından yapılmıştır. Şair, bu çalışmasında '*Gamberetti picciolini*' adını verdiği amphipoda türünü betimlemiştir.

Trissino'nun çalışmadan üç sene sonra Çin'li bir memur olan Yi Jing Xie, Yunnan bölgesindeki Alu mağarasından şeffaf bir balık bulunduğunu raporlamıştır. Bu balık Chen ve arkadaşları tarafından; ancak 1994 yılında tanımlanıp (*Sinocyclocheilus hyalinus*) bilim dünyasına kazandırılmıştır.

17. yüzyılın ortalarına doğru modern bilimin kendini göstermesiyle, antik efsaneler ve belirsiz raporlar yerini gözlem ve deneye dayalı, ayrıntılı tanımlamalarla ve çizimlerle desteklenmiş nitelikli bilimsel verilere bırakmıştır.

Dönemin ilk belirgin çalışması, fizikçi ve doğabilimci olan Martin Lister'in 1674 yılında İngiltere'nin Derbyshire bölgesindeki 'Yaşlı Adam' madeninden tanımladığı ve '*Fungus subterraneus*' olarak adlandırdığı bir mantar türüdür.

Bu dönemde yapılan diğer önemli bir çalışma da Venezuela'da rahip ve misyoner olarak çalışan Francisco de Tauste tarafından 1678 yılında yapılmıştır. Tauste, Chaimas bölgesindeki yerlilerin giysilerini ve dillerini incelediği çalışmasında, yağı için uzun yıllar boyunca öldürülen ve 'Yağkuşu' (*Steatornis caripensis*) olarak adlandırılan bir kuş türünden bahsetmiştir. Cueva del Gu'acharo mağarasında yaşadığı belirtilen bu kuşun bilimsel tanımlamasını, 1817 yılında Alman doğabilimci Alexander von Humboldt yapmıştır.

Linneaus sonrası dönemde tanımlanan ilk mağara canlısı, Avusturyalı doğabilimci Josephi Nicolai Laurenti tarafından 1768 yılında tanımlanan *Proteus anguinus* türü iki yaşamlıdır. Avusturyalı bilim adamı ve doğabilimci Franz von Hohenwart tarafından 1831 yılında ilk mağara (kavernikol) böceğini yani *Leptodirus hohlenwarti* (Takım: Coleoptera, Familya: Cholevidae) türünü tanımlanmasıyla mağara canlıları ile ilgili bilimsel çerçeve ortaya konulmuş oldu.

19. yy. başlarında ortaya çıkan bazı gelişmeler mağara canlılarıyla ilgili çalışmalara yön vermiştir. Bu dönem özellikle doğa bilimlerinin biyoloji bilimi altında toplandığı ve evrim görüşlerinin tartışılmaya başlandığı bir dönem olmuştur. Yine bu dönemde, dünyanın en uzun iki karstik sistemi olan Mammoth Mağarası (ABD) ve Postojna Mağarası (Slovenya) keşfedilmesiyle birlikte mağara canlılarının araştırılması hız kazanmıştır. Dönemin ilk bilimsel çalışması Constantine Samuel Rafinesque tarafından 1822 yılında tanımlanan *Eurycea lucifuga* türü mağara semenderidir. İstanbul – Galata doğumlu olan Constantine Samuel Rafinesque bu çalışmasını Transilvanya Üniversitesinde 1819 – 1826 yılları arasında Botanik ve Doğa Tarihi alanındaki profesörlüğü sırasında yapmıştır.

Bu dönemde gerçekleşen önemli keşiflerden birisi de De Kay adlı araştırmacının 1842 yılında Kentucky'de (Amerika) bir mağarada kör mağara balığını (*Amblyopsis spelaea*) keşfetmesi ve J. C. Schiödte adlı Danimarkalı araştırmacının 1849 yılında Adelsberg mağarası böcekleri hakkında yazdığı monograf ile bu konudaki çalışmalar hız kazanmış oldu. Wyman (1854) bu balık üzerinde yaptığı embriyolojik ve anatomik çalışmalar sonucunda göz dejenerasyonu ile ilgili bazı sonuçlara vardı. Wyman göz dejenerasyonunu, emriyonik dönemde çevresel uyarıcının yani ışığın nesiller boyu bulunmaması şeklinde açıklamıştır. (Barr, 1966)

Biyospeleoloji terimi ilk kez Vire tarafından ortaya atılmıştır. Araştırmacı 19. yüzyıl sonlarına doğru beliren pozitivist akımdan etkilenmiş, aktif olarak saha çalışmaları yaparak birçok yeni yeraltı türü keşfetmiş ve biyospeleolojinin bilim dalı olarak gelişmesine öncülük etmiştir. Ayrıca konu ile ilgili deney-gözlem verileri ortaya koyabilmek için yeraltı laboratuvarı tasarlamış; ancak 1910 yılında yaşanan bir sel felaketiyle bu çalışması sonlanamamıştır.

19. yy. sonlarına doğru biyolojik bilimlerde Darwinizm ve yeni-Lamarckçılık akımları ortaya çıkmıştır. Darwin kendisi mağara canlılarıyla ilgilenmese de konuya ilgi

duyuyor ve iki başlık altında kendi çalışmalarıyla ilişkilendiriyordu. Bunlardan birincisi mağara kolonileri ve mağara faunası ile dış faunanın farklılıklarıdır. Kendisinin ilgisini daha çok çeken ikinci konu ise organ indirgenmesi ya da kaybı fenomenidir. 8 Aralık 1844 tarihli notunda Darwin, bu konuyla ilgili kısa bir metin kaleme almıştır.

Amerikan yeni-Lamarckçılık akımının artan popüleritesine karşın bazı Avrupalı araştırmacılar, gerek mağara canlılarının evrimine getirdiği metafizik açıklamaları nedeniyle gerekse doğal seçilimi evrimin temel itici gücü olarak görmemelerinden dolayı bu akıma itiraz etmişlerdir. August Weismann ve Edward Ray Lankester bu akıma karşı çıkan araştırmacıların başında gelmektedir.

Lankester mağara canlıları hakkındaki görüşleri şöyle özetlenebilir: 1) Her hayvan popülasyonu içinde işlevsiz gözlerle dünyaya gelmiş bireyler bulunabilir ve bunlar - bazen normal bireylerle birlikte- mağara ortamına kazara düşebilir ya da tercih edebilirler. 2) Her nesilde sağlıklı bireyler ışıktan mağaradan kaçabilirken defektif göze sahip olanlar mağaralarda kalabilirler. 3) Nesiller boyu ontogenik ve filogenetik olarak bu karakterleri dejenere olur.

20. yüzyılda doğa bilimlerinde genetiğin önem artmış; ancak mağara canlılarıyla ilgili herhengi bir yeni görüş ortaya çıkmamıştır. Bu dönemde mağara canlılarıyla ilgili yapılmış en önemli çalışmalardan birisi Eigenmann'ın bütün çalışmalarının özeti niteliğindeki "Kuzey Amerika'nın Mağara Omurgalıları" adlı eseridir. Eigenmann'ın bu çalışmasında yeni-Lamarckçı etkiler görülmektedir. Eigenmann ve Kenkester'in farklı bilimsel konulara eğilmeleri nedeniyle sonraları biyospeleolojik çalışmalar daha çok Fransız araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. (Barr, 1966)

Dönemin Fransanın sosyolojik ve siyasi yapısından etkilenen ve farklı bir Lamarckçılık niteliği kazanan biyospeleolojik çalışmaların bazı temel savları bulunmaktaydı:

- 1) Evrim sürecinin çizgisel bir hat izlediği (orthogenesis) ve doğadaki mükemmelliği sürekli artırma yolunda ilerlediği görüşü,
- 2) Doğal seçilimin kesin reddi,
- 3) Finalizm* ve organisizm** gibi birçok özcü (esensiyalist) görüşün kabulü,
- 4) Bu düşünceden hareketle mağara canlılarının 'mükemmel' organizmalar olduğu görüşü.

21. yüzyıla gelindiğinde biyolojik bilimlerde yeni bir görüş ortaya çıktı: Modern sentez. Bu görüş çerçevesine Darwin'in görüşleri Lamark'ın metafizik önermelerinden kaçınılarak yeniden yorumlandı ve evrim düşüncesini biyolojik bilimlerin temeline yerleştirdi. Daha önceki bütün özcü (esensiyalist – tipolojik) görüşler yerini popülasyon merkezli görüşlere bıraktı. Dönemin en önemli bilimadamlarından Theodosius Dobzhansky'nin görüşleri hem biyospeleoloji bilimine de yön veren bazı görüşleri şöyledir:

- 1) Evrim fırsatçıdır,
- 2) Yeni bir ortama uyum, bazı organların gelişmesine, bazılarının körelmesine neden olabilir,
- 3) Bu körelme ve gelişme ikileminin hem bitkilerde hem hayvanlarda örnekleri mevcuttur,
- 4) Mağara canlıları gerileme (regresyon) fenomeniyle ilgili önemli örnekler sergiler; ancak tüm mağara canlılarında regresyon görülmediği gibi bazı mağara dışı türlerde de regresif evrim görülmektedir,
- 5) Popülasyon içinde bu tip karakterler bakımından varyasyon vardır,
- 6) Troglomorfik karakterlerden hem genler hem de fenotipik plastisite sorumludur.

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak son elli yıldır biyospeleolojik çalışmalarda iklimsel ve jeolojik verilere de yer verilmektedir. Günümüzde biyospeleoloji bilimi başta karstik ortamlar olmak üzere yeraltı ekosistemleriyle ilgilenmekte; ekolojik, biyolojik, etolojik, zoocoğrafik ve sistematik yönden incelemektedir. Ayrıca coğrafi geçmişin aydınlatılmasında ve buzullaşma ve etkileriyle ilgili önemli ipuçları vermektedir (Romero, 2009)

1.2. Mağara Oluşumu, Sınıflandırması ve Mağaraların Ekolojik Faktörleri

Uluslararası Mağarabilim Birliği'nin yaptığı tanıma göre mağara, insan geçişine izin genel olup, karst morfolojisi düşünüldüğünde bir mağara 5-15 mm'den (çap ya da genişlik) büyük çözünme açıklığıdır da denilebilir. Burada ölçüt çok küçük

olduğundan bu tanımın tüm bilimlerce kabul edilebilmesi güç bir olasılık olarak görülebilir. Ayrıca bir Amerikan mağara araştırma grubunun getirdiği ölçüt en az 150 m uzunluk iken bir diğeri 6 m uzunluğu yeterli buluyor. Bu durumda bir mağaranın hangi değerlere göre mağara kabul edileceği yapılan araştırmaya göre değişebilmektedir.

Anadolu'nun değişik yörelerinde mağaralara in, oruk, obruk, düden, çengirek, tengirek, şingirdak, kuykuç, zindan, keşel gibi çeşili isimler de verilmektedir.

1.2.1. Mağaraların sınıflandırılması

Nazik'e (2005) göre mağaralar üçe ayrılır:

a) Yapay Mağaralar: İnsanların barınak, sığınak, mezar, depolama, ibadet yeri, maden çıkarmak için kendi yaptıkları boşluklardır. Bunlar genellikle kolay kazılabilen, işlenebilen killi kireçtaşı, marn, tuf gibi kayalarda oluşturulan yapılardır. Kapadokya bölgesi bu tür mağaralara örnek olarak gösterilebilir.

b) Yarı doğal - yarı yapay mağaralar: Doğal mağaraların insanlar tarafından işlenerek yaşanılabilir hale getirilmesiyle oluşur.

c) Doğal Mağaralar: Kayalarda doğal etkenler sonucu oluşan yeraltı boşluklarıdır. Bunlar birincil ve ikincil olmak üzere ikiye ayrılır.

Birincil Mağaralar: Oluşum yaşları ana kaya ile aynı olan mağaralardır. Lav tüpleri ya da tünelleri, buzulaltı erime boşlukları, alüvyal boşluklar, traverten ve blok arası boşluklar bu gruba girer.

Lav tüpleri ya da tünelleri: Bu tip mağaralar dünyanın sıvı lavlarının aktığı bölgelerinde görülür. Bilinen en büyük ve düşey hacimli lav tüpü Hawaii'nin büyük adasında yer alır. Sıvı lavın, volkan çeperinden akışı sırasında pek çok tüp biçimlenir. Üst katmanlarda soğuma başlar ve aşağıdaki lav, yüzey altında boru biçimli kanallarda akmasını sürdürür.

Basınç Sırtı Mağaraları: Derinlerdeki lav hareketleri sonucu bazalt kökenli sertleşmiş kabuğun kırılması sonucu oluşan mağaralar.

Mercan Mağaraları: Mercanlar geniş kireçtaşı resifleri ve kalsiyum karbonat saklama özelliğine sahiptir. Mercan tepeleri ve sırtları yavaş yavaş dışa doğru büyür ve diğer

mercan tepeleriyle birleşir ve bir tünel sırtı oluştururlar. Denizin alçalması ya da yükselmesi dalgalar ve rüzgâr bu sırtları genişletir ya da tıkar.

İkincil Mağaralar: Kireçtaşı, jips, kayatuzu, dolomit, mermer, kumtaşı, çakıltası gibi oluşumların bünyelerinde, suların etkisiyle bir takım fiziko-kimyasal etkileşimlere ve belirli etkenlere bağlı olarak sonradan oluşan mağaralardır. En büyük ve en yaygın gurubu oluşturan bu mağaralara karstik mağaralar denir. Mağaraların nasıl oluştuğu anlamak için önce karstlaşma olayı incelenmelidir.

Karstlaşma: Kireçtaşı, jips, kayatuzu, dolomit, mermer gibi eriyebilir kayaçların yoğun olduğu alanlarda suyun erimesi ile oluşan biçim topluluklarıdır. Karstlaşmanın olabilmesi için birtakım koşulların olması gerekmektedir.

1. Eriyebilir kayacın varlığı: Kayaçlar suda ne kadar kolay eriyebilen cinsten ise karstlaşma o kadar hızlı olacaktır. Suda eriyebilen kayaçlar kireçtaşı, jips, kayatuzu, dolomit, mermer gibi kayaçlardır. Karstlaşma, safa yakın kireçtaşları üzerinde artmakta, buna karşılık taşın birleşiminde bulunan yabancı madde arttıkça azalmaktadır. Bu nedenle, yaklaşık olarak 200 km genişliğinde ve 1000 km kadar uzunluğunda Toros Dağları'nın kireçtaşı barındıran kesimlerinde, katkı maddesi az ya da saflığı fazla olan kireçtaşları üzerinde mükemmel gelişme göstermiştir. Bunun yanında kumlu kireçtaşı ve marnlar ya da killi kireçtaşlarında karstlaşma zayıf kalmıştır. Özellikle, kireçtaşı, marn ya da killi kireçtaşlarının ardalanmalı olarak tabakalaşma gösterdiği Orta Toroslar'daki Tersiyer arazilerinde killi tabakaların açığa çıktığı kısımlarda karstlaşma durmuştur. Nitekim Mut Havzası, Ermenek ve Gülnar Platolarında karstik şekillerden özellikle dolin ve polyeler saflığı fazla olan kireçtaşları üzerinde gelişme göstermiş, killi tabakalar üzerinde ise kesintiye uğramıştır. Tabaka kalınlığı ile karstlaşma arasında da sıkı ilişkiler olup, yer altı akarsuları, mağara, dolin ve polyelerin geliştiği alanlar kalınlığı yüzlerce metreyi bulan Mesozoyik ve Altersiyer kireçtaşları dâhilinde oluşmuştur.

2. Suyun varlığı ve niteliği: Soğuk saf ve doyma oranı düşük olmalı. Bunu belirleyen en önemli etken ikimdir.

3. Karbondioksit varlığı: Kayaçlar asitli suların etkisiyle daha hızlı ve daha çok erirler. Bu sular eritici özelliklerini havadaki ve çeşitli canlıların solunumu, atıkları çürümeleri ile oluşan karbondioksitten alırlar.

4. Jeolojik ve jeomorfolojik yeterlilik: Karstlaşma ile kireçtaşı tabakalarının eğimi ve zayıf kuşaklar arasında oldukça sıkı ilişkiler mevcuttur. Nitekim tabakaların eğimli olduğu alanlarda, karstlaşma tabaka eğimine uygun olarak devam etmekte ve Taşeli Platosunun batı kısmında Taşkent – Ermenek arasında olduğu gibi bu sahada meydana gelen dolinler, disimetrik bir durum göstermektedir. Buna karşılık yatay tabakalaşma gösteren sahalarda oluşan dolin ve polyelerin tabanları düz ve kenarları dik olmaktadır. Burada polye ve dolinin derinliğini kireçtaşı tabakasının kalınlığı tayin etmektedir, yani kireçtaşı tabakası ne kadar kalın ise dolin ya da polye de o kadar derin olmaktadır. Öte yandan, kıvrımlı, çok kalın ve sert olan mesozoyik ve paleozoyik kireçtaşları üzerinde dolinler adeta huni biçiminde olmaktadır. Eski akarsu yatakları, fay kuşakları ve senklinal eksenleri boyunca doğrusal uzanış gösteren polyeler oluşturmaktadır. Bunun en tipik örneğini Beyşehir Gölünün güneyinde 12,5 km uzunluk ve 1,2 – 2 km genişliğinde olan Genbos polyesi teşkil etmektedir.

Tektonik kökenli çanaklar, hem karstlaşmanın ilerlemesi ve hem de depresyonun genişlemesi bakımından uygun koşullar hazırlamıştır. Toroslarda görülen Eğirdir – Kovada, Isparta, Atabeyli, Elmalı, Burdur – Tefenni, Çeltikçi, Kestel tektonik depresyonları karstlaşma ile genişlemiş ve günümüzdeki görünümünü almıştır. Bunun yanında kireçtaşları dâhilinde zayıf ve kırık kuşakların mevcudiyeti, özellikle karstlaşmanın yüzden derinlere doğru kaymasında ve mağara ile yer altı akarsularının gelişmesinde etkili olmaktadır. Akdeniz'e akışı olan yer altı kanallarının bir bölümü zayıf kuşakları takip etmektedir.

1.2.2. Yeraltı habitatları (Barr, 1967)

Her organizma, ekosistemin fiziksel ve çevresel etkenlerin uygun olduğu bir parçasında (yani belirli bir habitatta) yaşar. Ayrıca bu habitatta yaşamsal ihtiyaçlarının tümünü karşılayabilmesi gerekir. Her canlının ekosistemin yapısı ve fonksiyonu üzerine kendine özel rolü vardır, bu role ekolojik niş denir. Canlının ekolojik nişi onun ortamda bulunabilmesi için gerekli bütün olayları içine alır. Ekolojik nişi canlının çevresini saran diğer fiziksel faktörler, ışık, sıcaklık, nem de etkiler. Yine canlının besinini sağladığı canlı, onun besin olduğu canlılar, rekabet ettiği canlılar onun nişini belirler. Dolayısıyla niş canlının toplam adaptasyonunu ve yaşam tarzını belirler.

Canlı habitatlarını toprakla olan ilişkilerine göre sınıflandırdığımızda üç temel bölge ortaya çıkar: Toprağın üst kısmı olan epigen bölge, bitki köklerinin ve detritusun bulunduğu endogen (genellikle toprak) bölge ve ana kayaç kütlelerinin bulunduğu hipogen bölge. Bölgeler arası sınırlar her zaman kesin çizgilerle birbirinden ayrılmayabilir. Örneğin derin bir vadinin taban kısmı, bir kanyon ya da dolin tabanı sıcaklık ve nem açısından tepelere oranla daha karardır ve güneş ışığı açısından oldukça fakirdir. Çoğu zaman mağara girişleri de benzer özellikler gösterirler.

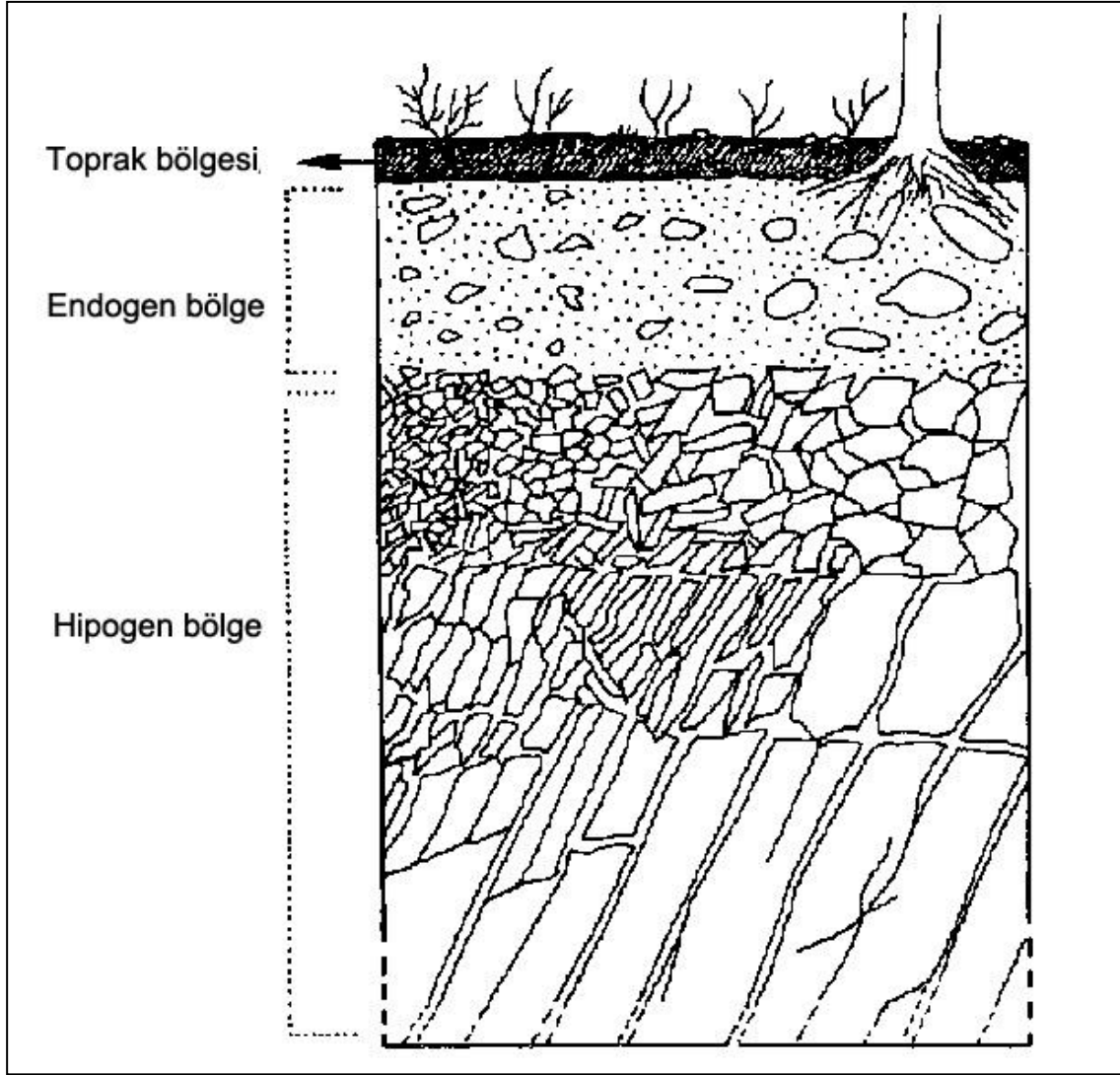
Fizyolojik ve morfolojik olarak yeraltı faunasını iki temel gruba ayırabiliriz: 1) Toprak içinde, taşların altında ve kaya çatlaklarında yaşayan ve karanlığa kısmen uyum sağlamış endogen türler, 2) Ana kayaç boşluklarında yaşayan ve karanlığa tam uyum sağlamış hipogen (kavernikol) türler.

Endogen tabaka, dış etkenlere duyarlı canlılar için uygun yaşam alanı sağlamakta ve hızlı iklimsel değişimleri tamponlamaktadır. Toprak yapısı parçacık boyutu, toprak atmosferi, sıcaklığı ve hava kapasitesi bu tamponlama işleminin derecesini belirler.

Tabakalar arasında kesin sınırlar ve engeller olmamasından dolayı canlılar geçiş bölgelerindeki ince labirent ve mikro çatlaklarla diğer tabakalara geçiş yapabilir. Bu geçişi etkileyen en önemli etkenlerden birisi topraktaki su miktarıdır. Suya doygun bir toprak, solunum sırasında gaz alışverişine izin vermeyeceği için birçok canlı grubu için uygun bir yaşam alanı değildir. Vejetasyon, yağış miktarı ve bunlara bağlı olarak değişen toprak pH'sı, topraktaki tür kompozisyonunu belirleyen önemli bir faktördür. Toprak pH'sı birçok canlı için sınırlayıcı faktördür ve pH'daki günlük ve mevsimsel değişimler canlıların yayılışlarını etkiler.

Bu nedenden dolayı toprağın yapısı ve teksürü de göz önüne alındığında endogen türlerin bir kısmı yüzeye çıkabileceği gibi bazıları da daha derinlere inerek su tutma kapasitesi düşük ana kayaç parçaları arasındaki boşlukları tercih edebilir.

Endogen habitatın çeşitlilik göstermesi, hipogen fauna elemanlarının evrimi için ekolojik altyapı sağlamakta ve türlerin hipogen ortama uyumunu sağlayacak preadaptasyonların ortaya çıkmasına izin vermektedir.



Şekil 1: Toprak ve üst kayaç katmanları.

Habitatları ve biyolojik yapıları temel alındığında hipogen türleri üç ana sınıfa ayırabiliriz:

Yaşam döngülerinin tümünü mağarada geçiren ve vücut yapılarında önemli farklılıklar görülen bu tip canlılara gerçek mağara canlıları (=Troglöbit) denir. Gözsüz ve renksiz (= pigmentless) mağara balığı (örn. *Amblyopsis spelaea*, *Astyanax mexicanus*), gözsüz kerevit (örn. *Orconectes stygocaneyi*) ve mağara böcekleri (örn. *Troglophilus cavicola*, *Dolichopoda noctivaga*) en önemli troglöbitlerdendir.

Troglöfil (Troglöphile) grubu canlılar ise mağara ve kaya oyukları gibi karanlık ve nemli ortamlara ilgi gösteren canlılardır. Genellikle bu tip ortamlarda yaşayabilmek

için anatomik, fizyolojik ve davranışsal adaptasyonlar gösterirler. Yaşamlarını mağara dışında da devam ettirebilmelerine karşın hayat döngülerinin bazı dönemlerini (örn. üreme dönemi ya da juvenil dönem) mağara ortamlarına ihtiyaç duyan canlılardır.

Trogloksen (Trogloksen) canlılar ise mağara ortamına özgü herhangi bir adaptasyon göstermeyen ve mağaraları barınma, beslenme ya da hibernasyon gibi özel amaçlar için tercih eden canlılardır. Yarasalar, bazı fare türleri, tilki, oklu kirpi ve kış uykusuna yatan birçok canlı bu gruba girer.

Tüm bunların dışında, kaza sonucu mağarada bulunan canlılar da olabilir. Gece karanlığında yönünü kaybeden, dış etkenlerle sürüklenen ya da hızlı hareket eden bazı hayvanlar mağaralara kaza sonucu düşebilir.

1.2.3. Ekoloji ve çevresel faktörler

Tüm canlı organizmalar, yaşam alanlarındaki çevresel etkenlerden ve fiziksel yapısından etkilenir ve yayılışları bu etkenlere göre şekillenir. Her coğrafi bölge kendine özgü baskın vejetasyona ve özgül hayvan türlerine sahiptir. Her ekosistem çeşitli bitki ve hayvan türünü içeren biyosenozdan ve çevrelerindeki cansız alandan yani biyotoptan oluşur. Ekosistemler, biyotik ve abiyotik faktörlerin dengede olduğu sürece varlıklarını sürdürebilirler. (Barr, 1967)

Tüm ekosistemlerin doğal sınırları olduğu gibi mağara ekosistemleri de yeraltı galerileri ve akarsularıyla sınırlanmıştır.

Yeraltı ekosistemleri temel bazı özelliklerle tanımlanır:

- 1) Işığın ve ışık kaynaklı girdilerin (UV ve diğer ışınım) indirgenmesi ya da hiç olmaması,
- 2) Sıcaklık ve nem gibi etkenlerde kararlılık,
- 3) Popülasyon çeşitliliğinin az olması,
- 4) Sinekolojik etkileşimin indirgenmesi (basitleşmesi),
- 5) Yüzey ekosistemlerine oranla çok daha yüksek izolasyon oranı.

1.2.4. Hipogen çevre faktörleri

Doğadaki canlılar gibi mağaralar da jeolojik süreçte doğar, büyür ve ölürlür. Galerilerin içinde geliştiği kayaç yapısı, kimyasal özellikleri ve su ile olan ilişkisi; mağaranın sıcaklığını, nemini ve ışık geçirgenliğini belirler. Mağara içindeki tür kompozisyonunu ve biyolojik evrimini etkileyen bu tip abiyotik faktörler, mağaranın gelişim sürecinde genellikle sabittir.

Karanlık: Jeomorfolojik gelişimi nedeniyle kısmen ışık alan (örn. lav tüpleri) mağaralar hariç bütün mağaralar mutlak karanlık koşullarına sahiptir. Işık, girişten itibaren dereceli olarak azalır ve galerilerin yapısına bağlı olarak yerini karanlığa bırakır.

Mağaralar ışıklanma derecelerine göre kuşaklara ayrılabilir.

1) Giriş Kuşağı: Mağaraya ilk girilen bölgedir. Dışarıdakine çok benzer koşullara sahiptir. Mağaranın bu kısmında ısı ve nem sabit değildir ve çok değişiklik gösterir. Yeterli derecede güneş ışığı bile alır. Nemli ve soğuk mikrobiyotalara uyum sağlamış yeşil bitkiler (eğreltiotları, yosunlar ve bazı mantar türleri burada bulunabilir); ancak bu ortamlarda yaşar.

2) Alacakaranlık Kuşağı: Giriş kuşağının biraz daha ilerisinde alacakaranlık kuşağı yer alır. Burada ışık çok azdır, bu nedenle bitkilerin birçoğu bu ortamda yaşayamaz. Çok az sayıdaki fotosentetik canlı burada yaşayabilir. Sıcaklık mağara ortamı tarafından az çok sabitlenmiş olsa da, sıcaklık ve nem oranı dışarıdaki değişimlerden etkilenmektedir. İşte bu loş ortam birçok mağara canlısına (örneğin; troglafil, rastlantısal türler, stygoxen) ev sahipliği yapar. Semenderler, kurbağalar, örümcekler bunlardan bazılarıdır.

3) Karanlık Kuşak: Bu kuşağa görece daha büyük mağaralarda rastlanır. Sabit neme ve sıcaklığa sahip bölgelerdir. Bu bölgede troglobit ve stygobitler yaşar.

Mutlak karanlık bölgesinde hiçbir fotosentetik canlı bulunmaz. Vejetasyonun ve fotosentetik organizmaların bulunmaması nedeniyle ekosistemde fitofaj canlılar, bunların parazitleri ve predatörleri de bulunmaz. Bu nedenle mağaralarda birincil üretim (eğer varsa) kemoototrofik bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Bazı durumlarda ise dışarıdan gelen organik madde ile beslenen saprofitik mantarlar birincil üretimi sağlar. (Romero, 2009)

Anoftalmi (göz ve ışık algılayan organların körelmesi ya da indirgenmesi), karanlık habitatın en önemli evrimsel sonucudur. Mutlak karanlığın hüküm sürdüğü mağara ortamında göz önemini yitirmekte; buna karşın duyma, dokunma ve koku alma gibi diğer duyu organları yaşamsal önem kazanmaktadır. Bundan dolayı gerçek mağara canlılarında dokunaçlar, işitme organları gibi duyu organları önemli ölçüde gelişmiş durumdadır.

Göz indirgenmesi, canlının yaşadığı mağara bölgesine göre farklı seviyelerde olur. Buna en güzel örnek mağara Coleoptera cinsleri arasındaki göz varyasyonudur. *Trechus* cinsinde gözler işlevsel ve yarıküre formundadır, *Duvalius* cinsinde göz indirgenmesi belirgin şekilde görülmesine karşın *Agostinia* cinsinde tamamen körelmiştir. Diğer eklembacaklı gruplarında da benzer örnekler mevcuttur.

Görme organları ve duyusunun ortaya çıkması için birçok kromozom bölgesinin birlikte çalışması gerekir. Mağara canlıları için bu organlara ihtiyaç duyulmaması nedeniyle bu kromozom bölgeleri de indirgenir ya da tamamen körelir.

Gözlerin işlev eksikliğini gidermek üzere anten ve bacaklar uzar ve üzerinde çok daha fazla sayıda dokunaç ve koku duyu iğneleri bulunur. Mağarada yaşayan yalancı akreplerdeki trichobotriaların ve kınkanatlı türlerinde tüysü dokunaçların artması bu tip adaptasyona güzel bir örnektir.

Önemli karanlık adaptasyonlarından birisi de pigmentsizliktir (depigmentasyon). Doğada renkler iletişimin ve gizlenmenin aracı olduğundan, ışıksız ortamda gizlenme ya da iletişim renk maddeleri aracılığıyla yapılamaz. Bu nedenle renk pigmentlerine ihtiyaç yoktur. Bazı durumlarda ışık troglobit canlılar için zararlı olabilir, öyle ki *Niphargus* (Crustacea) türleri için ışık ölümcüldür.

Bunlara ek olarak mağara canlılarının vücutları, dar çatlak ve geçitlerden geçişi kolaylaştırmak için, genellikle dar ve uzundur. Bacaklar ve antenler de uzamış, kanatlar indirgenmiş ya da tamamen körelmiştir. Yarasalar hariç hiçbir mağara canlısı, karanlıkta yön bulamamalarından dolayı uçamazlar. Yarasalar ise larinksten çıkarttıkları süpersonik seslerin yankılarından yararlanarak (ekolokasyon) yönlerini bulurlar.

Bazı mağara böceklerinin (örn. *Cholevidae*, Coleoptera) antenlerinde Hamann organı adı verilen ve ortamdaki nem değişimlerini algılayan higroreseptörler vardır. (Romero, 2009)

Metabolizmadaki diğer bir değişim de gece-gündüz farkının olmamasından dolayı nikteneral ritmin ortadan kalkmasıdır. Canlılara gece-gündüz periyoduna bağlı olarak ortaya çıkan periyodik hareketler ve fizyolojik olaylar 'Nikteneral Ritm' olarak adlandırılır. Mağara iklimi; mağaranın bulunduğu yükselti ve enlem bölgesi, dış ortamın sıcaklığı ve nemi, mağara konumlanması, hidrojeolojik yapısı ve hava akımları gibi birçok etkene bağlıdır. Bazı derin mağaralarda ise jeotermal kaynaklı iklim değişimleri görülebilir.

Mağara eklembacaklıları sıcaklık değişimlerine karşı duyarlı olmasına karşın sıcaklık değişimlerine karşı hoşgörü sınırları yüksektir. Yapılan deneylerde mağara eklembacaklılarının 10°C'lik sıcaklık değişimlerini tolere edebildikleri görülmüştür. (Lavoie ve ark., 2007)

Nem: Eklembacaklıların geneli kitin adı verilen ve güneş ışınlarına karşı koruyucu bir dış iskelete sahiptir. Yeryüzünde yaşayan epigen eklembacaklıların dış iskeletlerini oluşturan kitin ayrıca parazit ve kimyasal ajanlara karşı koruma işlevi görür. Mağara omurgasızlarında ise dış iskelet ve dolayısıyla kitin tabaka indirgenmiştir. Bu gerileme, canlıya önemli bir enerji tasarrufu sağlamakla birlikte bazı dezavantajları da birlikte getirir. Vücut neminin korunması eklem bacaklılar için yaşamsal önem taşımaktadır. Örneğin böceklerde dış iskeletteki kitinin indirgenmesiyle spirakül deliklerinin (trakelerin dış açıklıkları) genişlemesine neden olur ve böceğin iç nemini korumasını zorlaştırır. Yüzeyde yaşayan böcekler spirakül açıklıkları, vücut nemini koruyabilmek için ince tüyler ve mikroskobik yapılarla kapanmıştır.

Troglobitlerin çoğu stenohigre canlılardır yani yaşamlarını; ancak belirli bir nem doygunluğunda sürdürebilirler. Bu nedenle nem doygunluğu, mağara canlıları için önemli yaşamsal faktörlerden birisidir ve mutlak nemdeki ufak değişimler bu canlılar için ölümcül olabilmektedir. Mağaralarda görülen bazı kınkanatlılardaki yalancı-fizogastrik (abdomenin uzun görünmesi) durumun nem koruma amaçlı bir uyum olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda *Leptodirus hohenwarthi* türü kınkanatlının, mağaranın farklı bölgelerine geçişi sırasında, uzun ve kaynaşmış

elitralarının uç kısmında sakladıkları nemli hava kabarcığını kullandıkları tespit edilmiştir.

Mağaralar, morfolojilerine bağlı olarak farklı nem bölgelerine sahip olabilirler. Yaşlı fosil mağaralar genellikle nem açısından fakirdirler. Su varlığı daha çok yağış kökenlidir. Aktif ve yarı aktif galerilerde sürekli su aktivitesi bulunması nedeniyle genellikle neme doymun haldedir.

Yukarıda bahsedilen üç etken ayrıca aşağıdaki coğrafik ve jeolojik etkenlere bağlıdır:

Enlem: Farklı enlem bölgelerinde yağış ve sıcaklık farklılık gösterir.

Yükselti: Sıcaklık, dış vejetasyon ve fauna yükseltiye göre değişiklik gösterir.

Bölgenin jeolojik durumu: Alt tabakalar, stratigrafi ve asidite.

Diğer abiyotik faktörler: Havanın kimyasal bileşimi, hava akımları, suyun tuzluluk, pH değeri ve debisi. (Howarth, 1983)

1.2.5. Trofik ve biyospeleolojik kategoriler

Mağaraların büyük bir çoğunluğunda organik madde kaynağı dış ortamdır. Detritus ve yarasa guanosu ekosistemin temel trofik kaynağını oluşturur. Organik maddeler dış ortamdaki taşınma şekline göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Bakterilerin, mantar sporlarının ve polenlerin hava yoluyla taşınmasına anemokor taşınma;
- Suyu akışıyla mağara taşınmaya hidrokor taşınma;
- Canlı organizmalarla taşınmasına biyokor taşınma denir.

Bunlara ek olarak yerçekimi etkisiyle mağaralara düşen bitki detritusları ve hayvanlar (ölü ya da canlı) da önemli trofik kaynaklardır.

Kural olarak mağaralarda bitkiyle beslenen fitofaj türler bulunmaz; ancak bazı türler (örn. *Oxychilus*, *Dolicopoda* ve *Troglophilus* türleri) bitki detritusları üzerinden beslenebilirler. Dış ortam kaynaklı organik maddelerin çok çeşitlilik göstermesi nedeniyle monofaj (tek tip besinle beslenen) türler fazla yayılım gösteremez. Dolayısıyla mağara ortamında polifaj (farklı tip besinlerle beslenebilen) türler daha başarılıdır.

Bunun dışında, dış ortamdaki fotosentetik organizmaların işlevine benzer şekilde ototrofik bakteriler de mağarada birincil üretime katkı yaparlar. Bazı mağaralarda ototrofik bakteriler birincil üretimin tamamını oluştururlar. (Barr, 1967)

1.2.6. Trofik kaynaklarına göre mağaraların sınıflandırılması

- Oligotrofik mağaralar: Organik madde miktarının fauna gelişimine yetecek miktarda bulunduğu; ancak her zaman sınırlayıcı bir etken olduğu mağaralardır.
- Ötrofik mağaralar: Guano kaynaklı organik madde miktarının yoğun miktarda olduğu ve genellikle yılın her mevsimi yoğun yarası popülasyonlarının bulunduğu mağaralardır. Bu tip mağaralar çoğu zaman yarı-aktif özelliktedir.
- Distrofik mağaralar: Detritus ve guano kaynaklarının hiç olmadığı ya da çok az olduğu mağaralardır.

Bir ekosistemdeki besin zinciri birçok ekolojik niş içerir. Mağaralarda nişleri bakımından farklı canlı grupları yaşar, bunlar:

- Ototrofik ve eterotrofik bakteriler: Kimyasal yoldan enerji üreterek ekosistemin birincil üretimini sağlar,
- Bakteriyofaj mikrobiyofauna: Bakteriler üzerinden beslenen, çamur ve toprak içinde yaşayan türler,
- Limivor: Sularda yaşayan ve besinlerini çamurla birlikte alan canlılar.
- Nekrofaj: Çoğunlukla yarası ölümlerinden beslenen türler,
- Detritivor: Bitki döküntülerinden beslenen türler, örn. Diplopoda, Crustacea ve bazı böcek türleri,
- Guanobiler: Guano içinde besin maddeleri ve azotu kullanan türler, örn. Collembola,
- Karnivor: Diğer türler üzerinde predatör olan türler, örn. Chilopoda, Opiliones, yalancı akrepler ve bazı Coleoptera türleri,
- Koprofaj: Diğer organizmaların salgılarıyla beslenen türler,
- Parazitizm ve Çürükçül Beslenme, (Romero, 2009)

1.2.7. Biyospeleolojik kategoriler

17. yüzyılda güncel sistematik ortaya çıktığında birçok doğabilimci, mağara faunasını nasıl yorumlayacağı konusunda fikir sahibi değildi. Daha doğrusu dönemin sistematikçileri, mağara eklembacaklılarını isimlendirmekten başka kaygıları bulunmuyordu.

Konuyla ilgili ilk çalışma, Schinder'in 1854 yılında mağara faunasını ekolojik yönden incelediği çalışmadır. Emil Racovitza'nın (1868 – 1947, Romen doğabilimci ve biyospeleolog) 1907 yılında yayınlanan 'Eseu Asupra Problemor Biospeleologice' eserinin 'Clasificarea Cavernicoleor' adlı 14. bölümü Schinder'in çalışmasının revizyonu ve genişletmesi niteliğindedir.

Bugün multi disiplinler çalışmalar ışığında konu ile ilgili önemli bir bilgi birikimi oluşmuş ve hipogen faunanın dış dünya ile ilişkileri daha ayrıntılı ortaya konmuş durumdadır.

Schinder'in ortaya koyduğu ve bugün de birçok yazar tarafından kullanılan sınıflandırma yönteminde mağara faunasının elemanları üç temel biyospeleolojik kategoriye ayrılır.

Trogloksenler: Bu kategorideki türler genellikle epigen habitatlarda yaşamalarına karşın tesadüfen mağaraya girerler. Bu rastlantısal giriş avcıdan kaçarken, suyla birlikte taşınma, yazın serinlik ararken ya da yanlışlıkla düşme şeklinde gerçekleşebilir. Bunlara ek olarak bazı türler ışığa karşı duyarlılık gösterdiklerinden ve neme ihtiyaç duyduklarından mağara ortamında bulunabilirler. Bu tipteki canlılar genellikle mağaraların giriş kısımlarında ve düden konumlu mağaraların detritus yığınları üzerinde rastalanabilir. Bu türler karanlıkta besin bulamadıklarından mağarada beslenemezler ve çoğalamazlar.

Troglofiller: Yaşamlarının bir bölümünü mağarada geçirmek zorunda olan türlerdir. Hipogen habitatları kullanım tiplerine göre ikiye ayrılırlar. Subtroglofiller (örn. Yarasalar, Trichoptera, Lepidoptera, Opilliones, türleri, tilkiler, fareler ve porsuklar) mağaraları sadece kışın üremek ve korunmak için, yazın sıcağından korunmak için ya da gündüzleri barınak olarak kullanırlar. Ötroglofiller (örn. bazı Coleoptera türleri, örümcekler, çekirgeler, bazı Diplopoda türleri ve bazı amfibiler) ise mağara ortamına özgün adaptasyonları olmamasına karşın uygun ortam buldukları sürece mağaraların

belirli kısımlarında yaşayabilen canlılardır. Mağara habitatına bağımlı değillerdir, biyolojik ihtiyaçlarına ve dış ortam koşullarına (örn. gece artan nem oranı) bağılı olarak epigen habitatlara yayılabilirler.

Troglobitler: Tüm yaşamlarını hipogen habitatlarda sürdüren ve önemli ölçüde fizyolojik modifikasyonlara ve adaptasyonlara sahip türlerdir. Binlerce nesildir mağara habitatlarında seçilen ve başarılı olan canlılardır. Troglobitler, özgül habitlara ve koşullara ihtiyaç duyan ve bu nedenle kısıtlı yayılış gösteren canlılardır. İhtiyaç duydukları bu özgül koşullardan dolayı duyarlı ve tehlike altındaki türlerdir.

Mağara ekosistemlerini doğrudan ve etkili bir şekilde korumak için mağara fauna elemanları hakkında bilgi sahibi olmak ve bu bilgi doğrultusunda koruma yöntemlerini sistematik şekilde uygulamak gerekir. Avusturalya mağaralarında yapılan bir çalışmada, yüzeydeki insan aktivitesine bağılı olarak bozulan su kalitesinin mağara türlerini zamanla azaltıp yok ettiği ortaya koyulmuştur (Eberhard ve Spate, 1995). Barr, 1990 ve Culver, 1995 gibi önemli biyospeleologların da belirttiği gibi mağara habitatlarını tümünden olduğu gibi korumak, başta duyarlı mağara türleri olmak üzere, bütün mağara komüniteleri için yararlı bir çalışma olacaktır. (Romero, 2009)

1.2.8. Yerin altında evrim

Milattan önce 6. yüzyılda temelleri atılan ve Darwin-Wallace ikilisi tarafından bilim dünyasına kazandırılan evrim kuramı, yer altı canlılarının türeyişini ve yayılışını açıklamadaki tek yöntemdir. Ünlü genetikçi ve evrimsel biyolog T. G. Dobzhansky'nin (1973) de söylediği gibi evrimin ışığı olmaksızın biyolojideki hiçbir şeyin anlamı yoktur.

Türler, binlerce yıllık geçmişinden günümüzdeki evrimsel fazına gelene kadar birçok uyum ve seçilim serisi geçirmişlerdir. Bundan dolayı hipogen fauna türleri de mağaralara birden girmemişler; ancak gerekli önuyumları ve özelleşmeleri genetik mirasında barındıran türler mağaraları yaşam alanı olarak kullanabilmişlerdir.

Yeraltı habitatlarına uyumun en önemli basamağı enerji tasarrufudur. Karanlık ortamda işe yaramayan organlar ve yapılar, gelişim sırasında köreltilerek gereksiz enerji harcamasının önüne geçilmiş olur. Bu körelmeler aynı zamanda genetik yapının da sadeleşmesine ve diğer organların gelişmesi için genetik zemin

hazırlamaktadır. Çevre koşullarının ve kimyasal uyarıların hızla algılanması ve tepki verilebilmesi için anten ve bacak gibi ekstremiteler genellikle uzundur ve üzerileri ince dokunaçlarla kaplıdır. Böylece canlı fazla hareket etmeden ve enerji harcamadan çevresi hakkında bilgi toplayabilmekte ve besin kaynaklarına ulaşabilmektedir. Örneğin troglobit bir kınkanatlı olan Carabidae familyasından *Doderotrechus*'un dış iskeletindeki ince kadifemsi tüyler, yaşamsal öneme sahip duyu tüyleridir.

Bu duyu tüyleri aynı zamanda hava akımlarının yönünü ve şiddetini tespit etmekte kullanılır. Böylelikle canlı, kendine en uygun sıcaklık ve nem bölgelerini seçmektedir.

Koku alma duyusu da bu yapılarla yakından ilişkilidir. Karanlık mağara ortamında koku duyusu beslenme ve dış tehditleri algılamak için kullanılır.

Apterizm (=kanatsızlık), mağara böceklerinde görülen diğer bir önemli adaptasyondur. Birçok kınkanatlıda apterizmi doğrudan gözlemleyemeyiz çünkü zarsı kanatlar elitralar ile örtülüdür. *Chioena alpina* türü troglobit sinekte ise apterizm durumu açıkça görülmektedir. Ayrıca belirtmek gerekir ki bazı epigen sinek türleri mağaraların 800-900 metrelik kısımlarında bulunabilir.

Hipogen türler, metabolizma açısından da epigen türlerden farklılık gösterir. Işığın bulunmadığı mağara ortamında günlük ve mevsimsel döngüler bulunmaz. Bunun sonucu olarak biyolojik ritimde yavaşlama görülür. Bazı yazarlara göre besin azlığı da biyolojik ritimdeki yavaşlamanın nedenlerinden biridir. Bunlara ek olarak hipogen türlerin daha hareketsiz yaşamaları, daha az avcı ve çevresel riske maruz kalmaları da metabolik yavaşlamanın etkenleri arasındadır.

Üreme ile ilgili fizyolojik adaptasyonlar aşağıdaki gibidir:

- Doğurganlığın azalması,
- Vitellin miktarının ve dolayısıyla yumurta hacminin artması,
- Embriyonik ve post-embriyonik gelişim sürenin uzaması,
- Ergin sürenin ve tüm biyolojik döngülerin uzaması,
- Larval modifikasyonlar,
- Üreme mekanizmalarında bazı gerilemeler,
- Mevsime bağlı üreme periyodunun indirgenmesi.

Hipogen yaşam koşullarında her şey enerji tasarrufu üzerine kuruludur. Çok sayıda yavru üretmek, madde kaybının yanı sıra ileride kendi besinine rakip olacak birçok bireye hayat vermek anlamına gelir. Habitattaki predatör miktarı bu kadar bireyi baskılayamayacağı için; ancak belirli sayıda birey besin bulup hayatta kalabilecektir. Bu nedenle mağara canlıları K-seçilim tarzı hayatta kalma stratejisine eğilim gösterir. Bu stratejide; erginleşmede gecikme görülür, az sayıda yavru meydana getirilir, yavrular gelişimin ileri evrelerinde dünyaya getirilir ve ebeveyn bakımı vardır.

Örnek olarak, globüler (küremsi) elitraya sahip Cholevidae türleri her seferinde bir yavru meydana getirirler. Tüm yaşamları boyunca bu rakam üç ya da dört yavruyu geçmez. Yavru ana vücudunda hareketsiz larva evresini tamamlar, daha sonra pupa ve ergin evreye geçer. Yarasaların üreme davranışı da, K-seçilim stratejisine iyi bir örnektir: az sayıda (genellikle bir) yavru, geç evrede doğum ve ebeveyn bakımı. Yarasalar, dormansiye (=kış uykusuna) girmeden önce (yaz sonu - sonbahar başı) çiftleşirler. Çiftleşme sonrası uykuya giren dişinin beslenmeden gebeliğini sürdürmesi imkânsız olduğundan dolayı spermatozoonları kış sonuna kadar uterusunda saklar. Kış boyunca uterus epitelinden salgılanan besleyici salgılarla spermatozoonlar canlı tutulur ve bahar mevsiminde birey normal biyolojik aktivitesine döndüğünde dölleme gerçekleşir. (Romero, 2009)

Epigen çevre koşullarında eş seçimi 'ışık yardımıyla' yapılır: gösterişli kur davranışları, renkli evlilik kıyafetleri ve eşeysel dimorfizm. Hipogen habitatlarda ise her şey karanlıkta olmak zorundadır. Eş seçimi özelleşmiş salgı bezlerinden salınan hormonlarla ve biyokimyasal geribildirimlerle gerçekleşir. Örneğin hipogen Diplopodların dişileri arkalarında ince iplikli bir salgı bırakırlar ve erkek bu salgıyı izleyerek dişiyeye ulaşır.

Bu ve buna benzer mekanizmalarla, karanlık yer altı koşullarına uyum mümkün olmaktadır. Ayrıca unutulmamalıdır ki memeliler de milyonlarca yıllık bir karanlık seçiliminin ürünüdür. Jura döneminde dinazorlarla kaplı olan dünyada hayatta kalabilmek için doğal delik ve boşlukları kullanan ilkin memeliler, bu süreçte duyu yeteneklerini zekâlarını geliştirmiş ve Tersiyer döneminde önemli evrimsel başarı elde etmişlerdir.

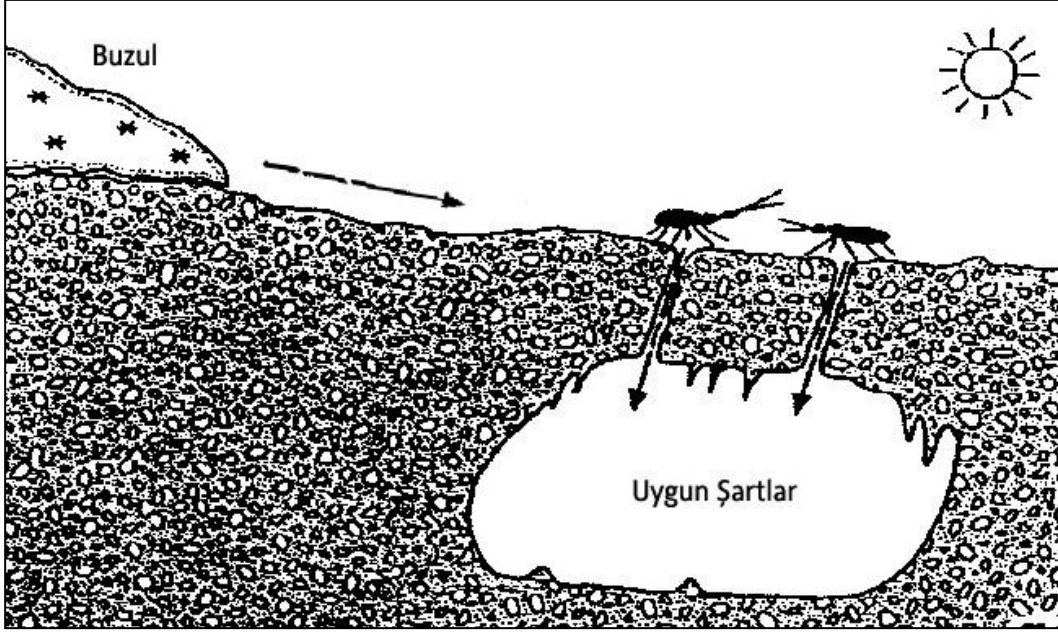
1.2.9. Sınırlayıcı faktörler

Türlerin yayılımını etkileyen hatta belirleyen en önemli biyocoğrafik etkenlerden birisi coğrafik bariyerlerdir. Bariyer, türün ekolojik isteklerini karşılayamadığı yer ya da yerler olarak tanımlanabilir. Bariyerler, günümüzde biyocoğrafik türleşme mekanizmalarını açıklamakta kullandığımız en önemli yoldur ve iki temel sonuca neden olur. Birincisi türün popülasyonunu bölerek türleşme sürecini başlatması, ikincisi de allopatrik iki türün karışmasını ve dolayısıyla gen akışını kesmesidir. (Romero, 2009)

Mağara türleri, atasal türden farklı habitatlarda yayılış gösterdiklerinden simpatrik türleşme mekanizmaları bu grup için genellikle açıklayıcı değildir. Bu açıdan bakıldığında mağaralar, allopatrik türlerin karşılaşmasını engellediği oranda biyocoğrafik bariyerlerdir. Allopatrik türleşmeyle ortaya çıkan kardeş mağara türleri, aynı atadan türemiş kardeş türlerin benzer ekolojik koşullarda yayılış göstereceğini öngören Jordan kuralıyla çelişmektedir. Çünkü mağaralar, dış ortamdan oldukça farklı ekolojik ve iklimsel koşullara sahiptir.

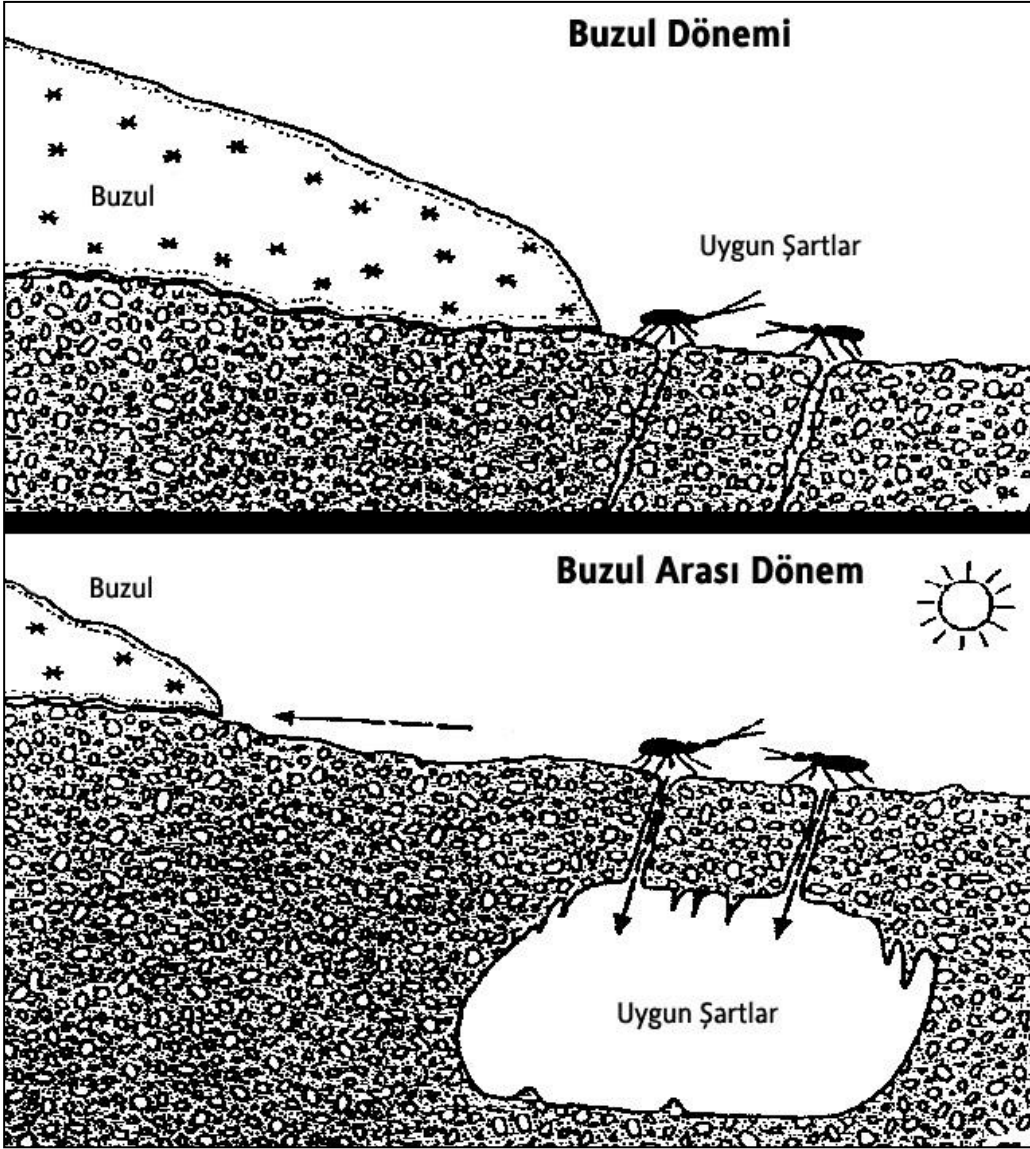
Mağara ortamındaki kolonileşmeyi açıklamak için iki biyocoğrafik görüş ortaya atılmıştır: Klimatik – relik model ve uyumsal taşınma modeli.

Birinci modelde buzullaşma, mağara canlılarının evrimsel geçmişini açıklamada temel etken olarak görülmüştür. Holsinger'in (2000) belirttiği gibi buzulların güneydeki ılıman bölgeye doğru ilerlemesiyle bazı türler, koşulların daha kararlı olduğu mağara ortamlarını tercih etmişlerdir. Bu hipotezin ikinci bir savı da buzul dönemlerde soğuk habitatlara uyum göstermiş türlerin, buzul arası döneme doğru ilerledikçe buzulların kuzeye çekilmeleri nedeniyle mağaraları tercih etmeleri şeklinde özetlenebilir. (Barr, 1966)



Şekil 2: Mağara canlılarının evriminde iklimik – relikt modelin birinci savı

Bu hipoteze göre buzulların geri çekilmesiyle yüzeyde yaşayan türler zamanla yok olmuş ve yeraltındaki ortam koşullarına ihtiyaç duyan troglomorfik türler ortaya çıkmıştır.



Şekil 3: Mağara canlılarının evriminde iklimik – relikt modelin ikinci savı

Hipoteze en önemli itirazlardan birisi tropiklerdeki troglomorfik fauna için yeterli açıklama getirememesidir. Tropiklerde sıcaklık varyasyonlarının görülmediği; ancak yağış varyasyonlarının görüldüğü, dolayısıyla mağaraların refugium olarak iş gördüğü savından hareketle itirazlara karşı çıkmıştır. Bu hipotez ayrıca deniz mağaralarındaki faunanın açıklanmasında da makul varsayımlar ortaya koymaktadır.

Ayrıca moleküler saat araştırmaları da türlerinin buzul devirlerden önce mağaraları tercih ettiğini göstermektedir. Örneğin Chakraborty ve Nei (1974) yaptıkları araştırmada *Astyanax fasciatus* türü mağara balığının yüzeyde yaşayan akrabalarından yaklaşık 525000 ile 710000 yıl önce farklılaştığı bulunmuştur. Bu veri,

türün bulunduğu mağaranın jeolojik oluşum verileriyle örtüşmektedir. Bazı durumlarda da türler aşırı soğuktan korunmak için mağara ortamlarını refugium alanı olarak kullanmaktadır (Fenolio ve ark., 2005a)

Bu hipoteze bir itiraz da mağaralara yakın geçmişte ve günümüzde gerçekleşen yerleşmelerin (kolonizasyon) açıklayamaması yönündedir. Klimatik relik model bazı özgül olayları açıklamakta başarılı olurken (örn. yeraltı dalgıç böcekleri, Leys ve ark., 2003) evrensel bir açıklama getirmemektedir.

Mağara ortamına adaptasyonu konusunda alternatif bir açıklama olan uyumsal kayma (adaptive-shift) hipotezine göre mağara ortamına uyum, önyum sahibi ataların mağaraları tercih ederken yüzeydeki akrabasıyla gen akışını kaybetmeden yeni nişleri işgal etmesiyle gerçekleşir.

Bu hipotezin en zayıf noktalarından birisi allopatrik ve parapatrik türleşme mekanizmalarına yer vermemesidir. Ayrıca bazı troglobitlerin yüzeydeki ataları bulunmamaktadır (örn. Romero ve Paulson, 2001a).

Bu hipotezi öneren Howarth (1973, 1981) çoğunlukla lav tüplerinde çalışmıştır ve dolayısıyla hipotezi bu habitatlarda açıklayıcı olmaktadır; ancak genel olarak uygulanabilir bir hipotez değildir.

Benzer bir tartışma 1980'lerde vikaryans (kladistik) dağılım ile dispersal (geleneksel) dağılımı savunan araştırmacılar arasında görülmüştür. Her araştırmacı kendi deneyimlerine en uygun açıklamayı kabullenir dolayısıyla hiçbirisi evrensel değildir.

Günümüzde biyospeleoloji biliminde cevaplanamamış bazı soruları sıralarsak:

a) Mağara canlılarının evriminde davranışın rolü: Genel olarak yeni nişlerin işgalinde davranış önemli bir rol oynamaktadır. Buna ek olarak davranış, en değişken fenotipik özelliklerden birisidir ve davranışsal değişiklikler birlikte morfolojik farklılaşmayı getirir (Mayr, 1982; Wcislo, 1989; McPeck, 1995). Bugüne kadar birçok sistematik ve moleküler çalışma yapılmış olmasına karşın mağara canlılarının davranışsal özellikleri hala aydınlatılamamıştır.

b) Bütünleyici moleküler çalışmalar: Mağara canlıları ele alındığında gerek organ körelmelerinin gerekse davranış özelliklerinin moleküler temeli açıklığa kavuşturulamamıştır.

c) Mağaraların trofik yapısı: Mağaraların ekolojisi ve özellikle mağaraların trofik yapısı hakkındaki bilgilerimiz oldukça kısıtlıdır. Mağara içindeki madde ve enerji akışı, besin ağı ve türler arası ilişkiler genel anlamda aydınlatılmamış konulardır.

d) Diğer biyolojik sorular: Mağara canlılarının işlevsel yapısı hakkında daha fazla bilgiye ve bu bilgi ışığında yeni hipotezlere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin türleşme, davranışsal esneklik, genotip - fenotip arasındaki ilişki ve embriyolojik farklılaşma konularında birçok bilinmez bulunmaktadır.

2. TÜRKİYE'DE YAPILMIŞ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bölgede daha önce yapılmış benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışma, bu bölge için ilk çalışma niteliğindedir. Türkiye genelinde ise bilinen ilk biyospeleolojik araştırma 1927 yılında Raymond Hovasse tarafından İstanbul Yarımburgaz Mağarası'nda mağara canlıları üzerinde yapılan çalışma olmasına karşın, ekip olarak ciddi anlamda ilk çalışma 1955'te Temuçin Aygen ve arkadaşları tarafından Konya Maraspoli Mağarası'nda yapılmıştır. C. Di Russo, M. Rampini ve I. Landeck adlı araştırmacıların 2006 yılında Güney Anadolu'da yaptıkları çalışmada 1 yeni tür 2007 yılında Doğu Karadeniz bölgesinde yaptıkları araştırmalarda 2 yeni tür tanımlamışlardır.

Ayrıca Hollandalı bilim adamları Notemboom 1987 ve 1990 yıllarında Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde arazi çalışması yapmış ve birçok yeni tür tanımlamışlardır. Yabancı bilimadamlarının Türkiye'de yaptıkları çalışmaların bazıları;

Minelli (1978) Konya - Çamlık Dalayman'da bulunan bir mağaradan (Çocuk Attıkları Delik) yeni bir Erpobdellid türü tanımlamış ve bu türü Dina vignai olarak isimlendirmiştir.

Brignoli (1978) Türkiyenin birçok bölgesinde yaptığı çalışmalarda hem yüzeyde yaşayan örümcekleri hem de mağara örümcekleri toplamış, bazı yeni türler tanımlamıştır.

Yine aynı yıllarda Türkiye mağaralarından Vigna (1978) Coleoptera örnekleri, Manhart (1979) yalancı-akrep örnekleri ve Argano (1980) Cirolanid (Isopoda) örnekleri toplamıştır. Vigna (1980) daha sonraları yeni bir Hazdiid (Amphipoda) türü tanımlamıştır.

Türkiye'de mağara biliminin kurucusu olarak bilinen Temuçin Aygen'in 1955 yılındaki Konya-Maraspoli çalışması ve 1971 yılında yayınladığı makaleler, yerli araştırmacıların yaptığı ilk çalışmalar olarak tanımlanabilir (Mağaralarda yaşayan hayvan ve bitkiler (I). İller Bankası Dergisi 43(III.1971): 22-25.), (Mağaralarda yaşayan hayvan ve bitkiler (II). İller Bankası Dergisi 44(IV.1971): 26-28.).

Ülkemizde mağara biyolojisi alanında yapılmış en kapsamlı çalışma, Çevre ve Orman Bakanlığı ile UNDP ortak desteklediği 'Yıldız Dağlarında Biyolojik Çeşitliliğin

ve Doğal Kaynakların Korunması ve Sürdürülebilir Geliştirilmesi' adlı projedir. Proje kapsamında 26 mağaraya girilmiş ve biyolojik çeşitliliği tespit edilmiştir.

Bir diğer önemli çalışma, Mustafa Yamaç ve arkadaşları tarafından 2007 yılında sonuçlandırılmış ve Türkiye mağaralarının mikrobiyal florasının belirlenmesinde önemli bir adım atılmıştır.

Balık S., ve ark. (2002) yılında yaptıkları çalışmada Yelköprü mağarası ve civarının sucül faunasının tespiti yapılmıştır. Araştırma sonucunda, toplam 12 takson tespit edilmiş olup, bunlardan 2'si Chordata, 2'si Mollusca ve 8'i de Arthropoda'ya dahildir.

Bölgedeki mağaralarda bulunan yarasa faunasıyla ilgili yapılmış en önemli çalışma Rudolph, Liegl ve Karataş tarafından 2005 yılında Havran Mağarasının yarasa popülasyonu üzerine yapılmış çalışmadır. Mayıs ve Haziran aylarında gerçekleştirdikleri çalışmada 16 farklı türe ait yaklaşık 17000 toplam bireylik yarasa komünitesi tespit etmişlerdir.

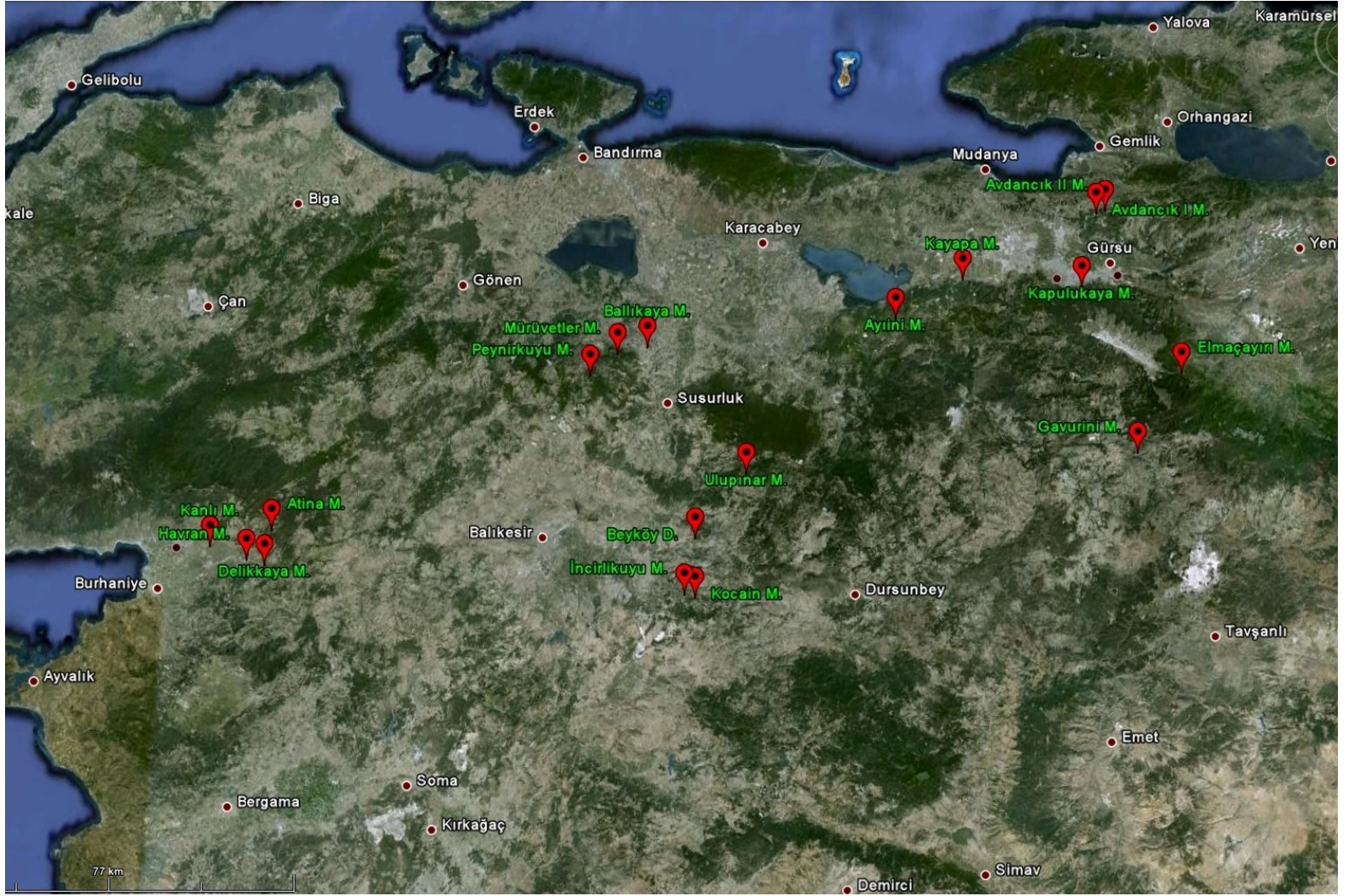
Yerli araştırmacıların yaptığı çalışmalar:

Başar (1971), bazı mağara canlıları ve bunlardan mağara özelliklerinin çıkarılması isimli çalışmasıyla mağara canlılarına dikkat çekmiştir.

3. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN TANIMI

Güney Marmara Bölgesi, mağara gelişimi açısından yoğun bir bölgedir; ancak çalışma kapsamında girilen mağaralar belirli bölgelerde kümelenmiştir. Bu yoğunlaşma karbonatlı kayaların lito-stratigrafik özellikleri etkili olmuştur. Mağara gelişimine en uygun kayalar Permiyen ve Triyas kristalize kireçtaşları mermerleri ile Jura kireçtaşlarıdır. Bu kayaların yanal ve düşey devamlılığı her yerde aynı olmadığından, mağaraların belirli alanlarda kümelenmelerine yol açmıştır. (Nazik ve ark., 1997)

Pliyosenden beri gelişimini sürdüren karstlaşmada lito-stratigrafik özellikler ile tektonik, akarsularla derince yarıлма, morfolojik taban düzeyi (deniz, ova, akarsu) değişimleri, eğim, iklim, bitki örtüsü ve morfolojik taban düzeyi ile karst taban düzeyi arasındaki ilişki etkili olmuştur. (Nazik ve ark., 1997)



Şekil 4: Çalışma bölgesinin harita üzerinde görünümü. (Kaynak: Google Earth, 2010)

Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonu'nun ölçümlerine göre yıllık sıcaklık ortalaması 14.9°C, yıllık yağış ortalaması 659.6 mm. dir. Çalışma bölgesinde genel olarak değişmiş Akdeniz iklimi batıdan doğuya ve güneye gidildikçe karasal iklimin özellikleri etkili olur.

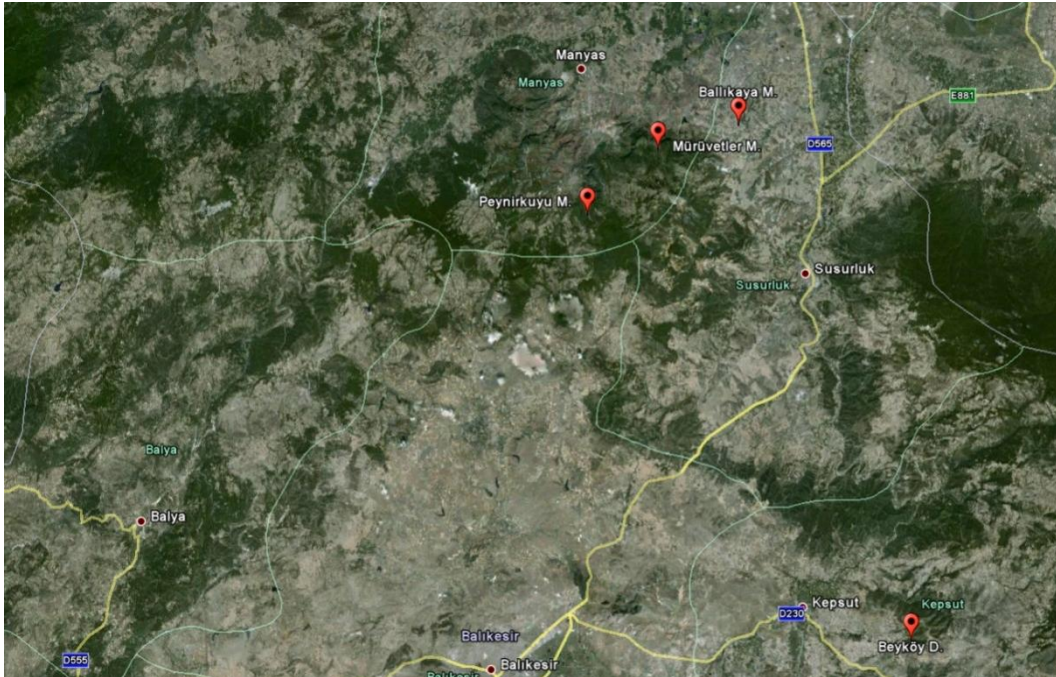
Çalışma, Mart 2009 – Mart 2010 tarihleri arasında toplamda 5 arazi ve laboratuvar çalışması şeklinde yürütülmüştür. İlk arazi çalışmasında bölgedeki mağaralar istihbarat - keşif yöntemiyle araştırılmış; ancak bu yöntemin çalışmanın verimini azaltacağı düşünülerek her arazi öncesi bölgedeki mağaralara ilişkin raporlar taranmıştır. Bölgede yapılmış en kapsamlı çalışma MTA Gn. Md. – Jeoloji Etüdları Dairesi'nin 1997 yılında gerçekleştirdiği 'Güney Marmara Bölgesi Doğal Mağaraları' adlı araştırma projesidir. Arazi çalışmaları bu rapor temel alınarak planlanmıştır.



Şekil 5: 22 – 26 Haziran 2009 tarihli 1. arazi çalışması sonucunda araştırılan Havran, Atina, Delikkaya ve Kanlı mağaralarının harita üzerindeki konumu. (Kaynak: Google Earth, 2010)



Şekil 6: 24 – 30 Eylül 2009 tarihli 2. arazi çalışması sonucunda araştırılan Incirlikuyu, Kocain ve Ulupınar mağaralarının harita üzerindeki konumu. (Kaynak: Google Earth, 2010)



Şekil 7: 2 – 8 Kasım 2009 tarihli 3. arazi çalışması sonucunda araştırılan Beyköy Düdeni, Peynirkuyu, Mürüvetler ve Ballıkaya mağaralarının harita üzerindeki konumu. (Kaynak: Google Earth, 2010)



Şekil 8: 8 – 14 Şubat 2010 tarihli 4. arazi çalışması sonucu araştırılan Kayapa, Kapulukaya, Ayiini ve Gavurini mağaralarının harita üzerindeki konumu. (Kaynak: Google Earth, 2010)



Şekil 9: 5 – 8 Mart 2010 tarihli 5. arazi çalışması sonucu araştırılan Avdancık I, Avdancık II ve Elmaçayırı mağaralarının harita üzerindeki konumu. (Kaynak: Google Earth, 2010)

3.1. Çalışma Bölgesindeki Mağaraların Genel Özellikleri

3.1.1. Havran Mağarası

İli: Balıkesir

İlçesi: Havran

Köyü: İnönü

Koordinatları: 39°34'13.56"K, 27°11'9.96"E

Yükselti: 390

Toplam Uzunluk: 863 m. **Sıcaklık:** 19,8°C

Mutlak Nem: %97

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, fosil mağara (Şekil 4 ve 5).

Coğrafi Yeri: Havran'ın 8 km doğusunda yer alan Havran (İnönü) mağarası 381 metre rakımlı Kocaçal Tepesinin kalker yapılı sarp güney yamacında, Havran çayının kuzeyinde İnboğazi'nin batı ağzında yer almaktadır.

Gerek yoğun yarasa ve omurgasız popülasyonu nedeniyle, gerek yapılan koruma çalışmalarıyla gündemde olan Havran mağarası içerdiği fauna bakımından temel alınmıştır (Şekil 5).

Balıkesir ilinin yapısını meydana getiren kayaçlar Paleozoik'ten Kuvaterner'e kadar sıralanan birçok formasyondan meydana gelmektedir. Bu karakteriyle sahanın yapısal özellikleri bir mozaik manzarası arz eder.

- i) Birinci zaman (Paleozoyik) formasyonları: Temeli meydana getiren bu birimler; metamorfik şistler, karışık metamorfik seriler ve mermer, kristalize kireçtaşı ile dolomitlerden oluşmaktadır.
- ii) İkinci zaman (Mesozoyik) formasyonları: Bölgede Mesozoyik arazisi; ayrılmamış birimler, Jura kireçtaşları, Üst Kretase karmaşık (melanjlı) serileri ve filişler ile temsil edilmektedir. Ayrılmamış birimler içerisinde konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve yer yer Permian yaşlı kireçtaşları bulunmaktadır.
- iii) Üçüncü zaman (Tersiyer) formasyonları: Tersiyer arazisini oluşturan formasyonlar arasında Paleosen yaşlı granit iç püskürmeleri (intrüzyonları) Neojen, yaşlı volkanik birimler ve yine Neojen yaşlı tortul kayaçlar bulunmaktadır.
- iv) Dördüncü zaman (Kuvaterner) formasyonları: İnceleme alanında en geç oluşumlar Kuvaterner'e aittir.

Yer Şekli (Jeoformolojik) Özellikleri: Anadolu Yarımadası'nın bütünüyle Alp dağ oluşumunun (orejenezinin) etkisinde geliştiği düşünülecek olursa, bu yarımadanın kuzeybatısında yer alan Balıkesir İli de Alp orojenezi ile oluşmaya başlamış ve Alp dağ oluşumu sonrası olaylarla bugünkü görüntüsünü kazanmıştır. Saha genel hatları ile engebeli bir topografya özelliğini göstermektedir Yer yer 2000 m.'ye ulaşan dağlar bulunmaktadır.

Balıkesir ili sınırları içinde plato özelliğini gösteren aşınım yüzeyleri geniş bir yer tutar. Dağlık ve platoluk alanlar akarsular tarafından derin vadilerle yarılmıştır. Ayrıca sahada özellikle çöküntü alanlarında gelişen ovalar önemli yer kaplar.

Yer Şekli (Jeoformolojik) Gelişimi (Evrimi): Anadolu Yarımadası'nın kuzeybatısında yer alan Balıkesir İlinin bulunduğu alanın, günümüzden yaklaşık 225 milyon yıl önce (Perm) tortulanmış kireçtaşı formasyonlarından anlaşıldığına göre; o dönemde denizel ortam halinde olduğu söylenebilir. Menderes, Uludağ ve Kaz Dağı masiflerinin arasında kalan bu derin denizel ortamda ikinci jeolojik zaman (Mesozoyik) süresinde şist, radyolarit, kumtaşları ve kireçtaşları birikmiştir; ancak bu malzemenin üstüne ayrıca bu zamanın sonuna doğru Alt Kretase yaşlı deniz gibi volkanik püskürtme ürünleri olan ofiyolitlerin yerleştiği söylenebilir. Dördüncü zamanda ise tektonik, volkanizma ve tortulanma hareketleri sahanın ana iskeletini oluşturmuştur.

3.1.2. Atina Mağarası

İli: Balıkesir

İlçesi: Havran

Köyü: Kocaseyit

Yükselti: 304

Toplam Uzunluk: 204 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, aktif mağara.

Coğrafi Yeri: Havran'ın 14 km kuzeydoğusunda yer alan Atina mağarası Ekberdağ'ın doğu kısmındadır (Şekil 4 ve 5).

3.1.3. Kanlı Mağara

İli: Balıkesir

İlçesi: Havran

Köyü: Tepeoba

Yükselti: 502

Toplam Uzunluk: 372 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, düden konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Havran'ın 3,5 km kuzeydoğusunda yer alan Kanlı Mağara Ekberdağ'ın güney ucundaki yamaçta konumlanır (Şekil 4 ve 5).

3.1.4. Delikkaya Mağarası

İli: Balıkesir

İlçesi: Havran

Köyü: Tepeoba

Yükselti: 492

Toplam Uzunluk: 372 m.

Mağara Tipi: Fay kırığı kökenli karstik fosil boşluk.

Coğrafi Yeri: Havran'ın 11,2 km doğusunda yer alan Delikkaya Mağarası, Havran Çayı'nı gören yamaçta konumlanır (Şekil 4 ve 5).

3.1.5. İncirlikuyu Mağarası

İli: Balıkesir

İlçesi: Kepsut

Köyü: Akçakertil

Yükselti: 410 m.

Toplam Uzunluk: 206 m.

Mağara Tipi: Yatay olarak gelişmiş, geçit konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Akçakertil köyünün 2 km kuzeyinde yer alan İncirlikuyu Mağarası, Kille Çayı Vadisinin derin kanyonunun sol kenarında yer alır (Şekil 4 ve 6).

3.1.6. Kocain Mağarası

İli: Balıkesir

İlçesi: Kepsut

Köyü: Akçakertil

Yükselti: 235 m.

Toplam Uzunluk: 186 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, fosil mağara (Şekil 4 ve 6).

Coğrafi Yeri: İncirlikuyu Mağarasının 1,5 km kuzeydoğusunda yer alan Kocain Mağarası, Kille Çayı Vadisinin derin kanyonunun sol kenarında yer alır (Şekil 5).

3.1.7. Ulupınar Mağarası

İli: Balıkesir **İlçesi:** Kepsut **Köyü:** Bükdere

Yükselti: 490 m. **Toplam Uzunluk:** 728 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, yarı-aktif mağara (Şekil 4 ve 6).

Coğrafi Yeri: Bükdere Köyü'nün 2 km kuzeyinde, Darıçukuru Deresi'nin doğu yamacında gelişmiştir (Şekil 5).

3.1.8. Beyköy Düdeni

İli: Balıkesir **İlçesi:** Kepsut **Köyü:** Beyköy

Yükselti: 460 m **Toplam Uzunluk:** 99 m

Mağara Tipi: Yarı yatay – yarı dikey gelişmiş, düden konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Beyköy'ün 2 km doğusunda, Kobartkaşı sırtında yeralır (Şekil 4 ve 7).

3.1.9. Peynirkuyu Mağarası

İli: Balıkesir **İlçesi:** Manyas **Köyü:** Peynirkuyu

Yükselti: 220 m **Toplam Uzunluk:** 332 m

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, düden konumlu, yarı aktif mağara.

Coğrafi Yeri: Peynirkuyu Mağarası, Manyas'ın 9 km güneyinde bulunan Peynirkuyu Köyü içinde yeralır (Şekil 4 ve 7).

3.1.10. Mürüvetler Mağarası

İli: Balıkesir **İlçesi:** Manyas **Köyü:** Mürüvetler

Yükselti: 220 **Toplam Uzunluk:** 204 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, fosil mağara (Şekil 4 ve 7).

Coğrafi Yeri: Mürüvetler Köyü'nün 5 km güneyinde yer alan mağara Manyas Gölü'ne boşalan Karakuza Deresi'nin sağ üst yamacında gelişmiştir (Şekil 5).

3.1.11. Ballıkaya Mağarası

İli: Balıkesir **İlçesi:** Manyas **Köyü:** Söve

Yükselti: 180m. **Toplam Uzunluk:** > 92 m.

Mağara Tipi: Dikey gelişmiş, düden konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Ballıkaya Mağarası, Manyas'ın 12 km güneydoğusundaki Ballıkaya Tepe'nin doğu yamacında yer alır (Şekil 4 ve 7).

3.1.12. Kapulukaya Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** Yıldırım **Köyü:** Değirmenlikızık

Yükselti: 420 **Toplam Uzunluk:** 300 m.

Mağara Tipi: Yarı yatay – yarı dikey gelişmiş, düden konumlu, yarı aktif mağara.

Coğrafi Yeri: Değirmenlikızık Köyü'nün yakınındaki Kapulukaya Deresi'nin ovaya açıldığı boğazın sağ kenarında yer alır (Şekil 4 ve 8).

3.1.13. Kayapa Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** Nilüfer **Köyü:** Kayapa

Yükselti: 144 **Toplam Uzunluk:** 372 m.

Mağara Tipi: Yarı yatay gelişmiş, düden konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Nilüfer ilçesine 2 km uzaklıktaki Kayapa Mahallesi içinde konumlanır. Kayapa Tepesi'nin kuzey yamacında gelişmiştir (Şekil 4 ve 8).

3.1.14. Ayıni (Kazanpınar) Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** M. Kemalpaşa **Köyü:** Kazanpınar

Yükselti: 440 **Toplam Uzunluk:** 181 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Kazanpınar Köyü'nün 500 m batısındaki Açma Tepe'nin doğu amacında konumlanmıştır (Şekil 4 ve 8).

3.1.15. Gavurini Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** Keles **Köyü:** Gelemiş

Yükselti: 144 **Toplam Uzunluk:** 372 m.

Mağara Tipi: Yarı yatay gelişmiş, düden konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Havran'ın 3,5 km kuzeydoğusunda yer alan Kanlı Mağara Ekberdağ'ın güney ucundaki yamaçta konumlanır (Şekil 4 ve 8).

3.1.16. Avdancık I Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** Osmangazi **Köyü:** Avdancık

Yükselti: 350 m **Toplam Uzunluk:** 162 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Avdancık Köyü'nün kuzeyindeki Ballıkaya'nın batı yamacındadır (Şekil 4 ve 8).

3.1.17. Avdancık II Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** Osmangazi **Köyü:** Avdancık

Yükselti: 369 **Toplam Uzunluk:** 122 m.

Mağara Tipi: Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, fosil mağara.

Coğrafi Yeri: Avdancık Köyü'nün kuzeyindeki Ballıkaya'nın doğu yamacındadır (Şekil 4 ve 8).

3.1.18. Elmaçayırı Mağarası

İli: Bursa **İlçesi:** İnegöl **Köyü:** Elmaçayırı

Yükselti: 920 **Toplam Uzunluk:** 372 m.

Mağara Tipi: Yatay gelişmiş, kaynak konumlu, yarı aktif mağara.

Coğrafi Yeri: Uludağ'ın doğu kesiminde bulunan Elmaçayırı Mağarası, Elmaçayırı Köyü'nün hemen yanında yer alır (Şekil 4 ve 8).

3. MATERYAL VE METOT

Daha önce Havran Mağarasından toplanan Isopoda (Filum: Arthropoda) ve Orthoptera (Filum: Arthropoda, Sınıf: Insecta) taksonlarına ait türlerde buna benzer adaptasyonlar tespit edilmiştir. Bu verilerden yola çıkarak bir aylık hazırlık döneminin ardından iki ayda bir olmak üzere 10 aylık arazi ve laboratuvar çalışması belirlenmiştir. Çalışma ekibi 4 kişiden oluşacak ve 4 günlük kamplar şeklinde bölgedeki mağaralarda hem keşif hem de örnekleme çalışması yürütmüştür. Çalışma ekibi, gireceği mağaradan atrap, aspiratör, emme tüpleri gibi aletlerle hem topraktan hem de yüzeyden makro ve mikro omurgasızların örnekleme gerçekleştirilmiştir. Bu örnekler uzmanların da bilimsel desteği ile teşhis edilmiş ve hangi jeolojik dönemde mağara ortamına uyum sağladığı zoocoğrafik açıdan yorumlanmıştır.

Arazi çalışmaları, başta Havran (Balıkesir) bölgesi olmakla birlikte, Balıkesir ve Bursa ili dâhilindeki 18 farklı mağarayı kapsamıştır. Bu mağaraların tümünün araştırılabilmesi için 5 arazi çalışması yapılmıştır. Çalışma planlanırken, yatay ve yarı-aktif özellikteki mağaralar tercih edilmiş; ancak iki tane dikey (düden konumlu) mağara da karşılaştırma amacıyla çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma ekibi farklı disiplinlerden bir araya gelmiş toplam 4 eğitimli mağaracıdan oluşmuştur.

Arazi çalışmalarında mağaraların koordinat verileri Magellan eXplorist 600 marka GPS cihazıyla tespit edilmiştir. Mağara içi nem ve sıcaklık değerleri, La Crosse WS8610R model dijital hava kaydedici ile mağaranın farklı karanlık zonlarından alınan değerlerin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Haritalama işlemi Silva Voyager 8040 model klinolu pusula ve Leica Dista D3 model lazermetre ile yapılmıştır. Poligon noktaları Compass programıyla haritalandırılmış, UC-Logic marka grafik tablet yardımıyla Freehand programında sayısallaştırılmıştır.

3.1. Örnek Toplama

Mağara faunasının belirlenmesi için öncelikle örneklemenin mağaranın genelinden yapılması ve varolan bütün türlerden materyal toplanması gerekir. Örnekleme sırasında hangi türden ne kadar toplanacağı konusunda kesin bir kural bulunmamakla birlikte örnek alınacak grubun mağaradaki yayılışı önemlidir. Giriş, alacakaranlık ve zifiri karanlık bölgelerinde rastlanan türlerin mağaraları

beslenmek amacıyla kullandığı söylenebilir. Bu tip canlıların dış ortamla ilişkisi kesilmediğinden toplanırken daha rahat davranılabilir; ancak troglobitik türler için aynı şeyi söylemek doğru değildir. Chapman'a (1985) göre mağaraya ileri derecede uyum gösteren türler düşük populasyon yoğunluğuna sahiptir ve yavaş ürerler. Dolayısıyla fazla toplanmaları halinde popülasyona ciddi zarar verilebilir.

Howarth'a (1983) göre mağaralar iki önemli karasal habitat içerirler.

1. Makro mağaralar: İnsanların girebileceği genişlikte bir girişe, geçitlere, galerilere ve boşluklara sahip görece büyük habitatlardır.

2. Mezo mağaralar: 20 cm'den küçük boşluklardır. Daha çok kayaların çatlaması ve kırılması ile oluşmuş habitatlardır.

Mezomağaralar bazı ekolojik özellikleri bakımından makromağaralardan farklılık gösterirler. Örneğin meso mağaralarda CO₂ ve nem değeri daha yüksektir ve makro mağaralara oranla daha kararlı ortamlardır (Howarth ve Stone, 1990). Yine Howarth'ın 1983 'de ve Juberthie ve Delay'in 1981'de yaptığı çalışmada troglobitlerin mesomağara habitatlarını daha sık kullandıkları belirtilmiştir.

Mesomağaralar troglobitler için uygun ortamlar olsalar da mağaranın içinde kesin nerede olduklarına ilişkin bir kural koymak imkansızdır.; ancak mağara çalışması sırasında dikkat edilmesi gereken bölgeler vardır. Özellikle girişten uzak, hava akımının az olduğu ya da hiç olmadığı ve yakınında bir besin kaynağı (örn. guano) bulunan bölgeler troglobitlerin tercih ettiği alanlardır.

Daha önce de belirtildiği gibi nem, troglafilik türlerin mağara habitatlarını tercih etmesinde önemli bir etkidir. Mağara içinde hava akımlarının olduğu bölgelerde nem oranı düşük olacağından tür sayısı da azdır. Aynı şekilde aktif su akıntıları da belirli bir hava akımına neden olduğu için çevresindeki canlı çeşitliliğini azaltır. Bu tip mağaralar genellikle mevsimsel su baskınların görüldüğü mağaralardır ve bu nedenle biyolojik çeşitliliği yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni su baskınıyla faunanın ve organik maddenin süpürülüp yokolması ve akıntının zeminde sediman tabakası oluşturması gösterilebilir. Mevsimsel su baskını görülmeyen mağaralarda yüzeyden gelen su akıntısı birlikte detritus ve organik madde bakımından zengin topraklar getirdiği için ekosisteme madde akışı sağlamaktadır.

Mağaraya sızma yoluyla giren yüzey suları ve bu suların neden olduğu nemli hava, mağara biyoçeşitliliği için önemli bir etkidir. Bu nedenle fosil mağara

galerileri genellikle troglifik türleri barındırırken trokloksen ve troglobit türler ise daha çok sızıntının olduğu yarı aktif bölümlerde görülür.

Bununla birlikte mağara çalışması sırasında görülen bireyler aslında buzdağının görünen kısmına benzetilebilir. Yürürken zeminde görülen türlerin büyük bir kısmı mağara duvarlarının yüksek kısımlarında, çatlak ve fisürlerde de görülmektedir. Özellikle yarı aktif ve fosil mağaralardaki türlerin önemli bir kısmı duvarların yüksek kesimlerinde, çatlak ve fisürlerde yaşadıkları bilinmektedir. Aktif mağaralar ise yılın belirli zamanlarında yüzey suları ile süpürüldükleri için mikro habitatlarda yaşam daha az görülmektedir.

Bütün bu koşullar göz önüne alındığında, mağaradan toplanacak birey sayısı mağara popülasyonuna zarar vermeden taksonomistin çalışmasını sağlayacak miktarda olmalıdır. Bu sayı genellikle tür başına 6-10 birey civarında olmalıdır. Ayrıca örnekleme sırasında dikkat edilebiliyorsa türlerin dişi ve erkek bireylerinden mutlaka örnek alınmış olmalıdır; çünkü bazı grupların teşhisleri sadece bir cinsiyet üzerinden yapılabilmektedir. Tüm bunlara ek olarak ergin olmayan formların (larva, pupa, kokon vb...) bulunması o tür için önemli ipuçları sağlamaktadır.

Sonuç olarak mağaradan örnek alırken temel tavır mağara popülasyonuna zarar vermeden taksonomik çalışma için gerekli miktarda toplamaktır. Bu iş için kesin bir örneklem büyüklüğü vermek yanlış olur. Bunun yerine girilen mağaralardaki türlerin popülasyon büyüklüğü ve dağılımı dikkatlice incelenmeli ve gerekiyorsa mağara giriş aşamasında değil çıkış aşamasında örneklenmelidir.

Mağara içi çalışmasından sonra yapılacak en önemli iş, örnek şişelerinin özenle etiketlenip uygun koruyucular konularak korunmasıdır. Etiket kâğıdı şişenin dışına yapıştırılacağı gibi küçük bir kâğıda yazılıp içine de atılabilir. Her iki durum için de beyaz birinci hamur beyaz kağıt ve koyu renkli bir kurşun kalem kullanılmalıdır. Aksi takdirde kâğıt alkolden zarar görüp parçalanabilir ya da mürekkep alkol içinde çözülüp bilgi kaybına neden olabilir.

Mağara içi çalışma sırasında araştırmacı, mağaracılık ekipmanına ek olarak birçok örnekleme malzemesi bulundurmaya zorundadır. Bunun için önceden hazırlanmış ve her giriş öncesinde kontrol edilmesi gereken bir arazi çantasına sahip olmalıdır. Bu çanta, dolu ve boş şişelerin karışmaması için olarak üç ayrı bölüme sahip olmalıdır. İlk bölümde boş şişeler, ikinci bölümde dolu şişeler üçüncü bölümde ise

kullanılan diğ er araç gereç bulunmalıdır. Bu şekilde yapılan bir ayırım sayesinde zorlu koş ullar nedeniyle örneklenemeyen tür sayısını en aza indirilebilir.

Mağ ara çalış maları sırasında dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan birisi de ekibin güvenli şekilde çalış mayı tamamlayıp çıkış a ulaş masıdır. Bunun için genel mağ aracılık kurallarına dikkat edilmeli, koordineli hareket edilmeli ve riskli hareketlerden kaçınılmalıdır. Mağ aracılık, yoğun fiziksel aktivite, dayanıklılık sürekli dikkat gerektiren bir uğ raştır. Ufak hatalar ciddi sonuçlar doğ urabileceğ i gibi yaş amsal riskleri de ortaya çıkarabilir. Olası kaza durumunda mağ aradan çıkış ve hastaneye ulaşım süresi oldukça uzun olduğ undan çalış ma sırasında ekibin güvenliğ i her şeyden önce gelmektedir.

Mağ araya girmeden önce içerideki ekosistemin yapısını ve tür çeş itliliğini tamamiyle örnekleyebilmek için yeterli sayıda ve değ iş ik boyutlarda örnek kapları alınmalıdır. Bu kapların alkol ve diğ er koyucuları sızdırmadan korunması ve darbelere karşı dayanıklı olması önemlidir. Aksi takdirde kırılan şi şeler örneklere zarar vereceğ i gibi ç antadaki diğ er malzeme ve cihaza da zarar verecektir.

Mağ ara içinde ilerlerken bulunan örnekler boş kaplara alındıktan sonra mümkünse hemen koruyucuya (örn. alkol) alınmalı ve mutlaka ç antanın boş kısmına yerleşt irilmelidir. Eğ er mağ aranın çalış ma koş ulları sıvı malzemeye çalış mayı zorlaşt ıran nitelikteyse bireyler ayrı şi şelere koyulmalı, ağı zı sıkıca kapatılmalı ve çalış ma bittikten hemen sonra da örnekler alkol iç ine alınmalıdır. Aksi takdirde örnekler arasında predasyon ilişkisi görülebilir ya da fiziksel zarar görüp parçalanabilir.

Örnekleme yöntemi olarak elle toplama, basit atrapla yakalama, aspiratörle yakalama, guano kazınması ve guanodan iç kitle alınması şeklinde olmuştur. Çalış ma, günüb irlik mağ ara keş ifleri şeklinde planlandığ ı için mağ aralara herhangi bir tuzak kurulmamıştır. Tuzak kurma yönteminin kullanılmamasıyla oluş an açık, guano kazıntısı ve iç kitle alınması yöntemiyle kapatılmış tır.

Bu guano örnekleri alkol ç özücü iç erisinde bekletilerek iç indeki canlıların yüzeyde birikmesi sağ lanmış ve ardından bir pipetle toplanmıştır. Kalan guano ise mikroskop altında tekrar incelenmiştir.

Mağarada çalışan araştırmacı örnekleme sırasında tüm bu etkenleri göz önüne alarak kısıtlı zamanı en iyi şekilde kullanmak zorundadır. Yukarıda belirtilen konular ışığında aşağıdaki örnekleme yöntemleri tercih edilmiştir.

3.1.1. Elle arama

Biyospeleolojik çalışma sırasında en çok kullanılan yakalama tipi doğrudan elle ya da kavanoz yardımıyla yakalama yöntemidir. Alınacak canlı zedelenmeden, vücut parçalarına zarar vermeden elle ya da pens yardımıyla tutularak şişeye atılmıştır. Bazı türler doğrudan alkol dolu şişeye atılabileceği gibi yumuşakçalar (Gastropoda) türleri öncelikle su içinde boğulurak öldürülür ve sonra alkole alınmıştır. Aksi takdirde alkola canlı atılan yumuşakça kasılarak teşhiste zorluk çıkarmaktadır. Örnekleri olabildiğince ayrı kaplara alınmış ve çıkışta uygun bir zamanda hepsine uygun koruyucu eklenmiştir. Çalışma sırasında UV ve normal ışık yayan bir fener de kullanılmıştır. UV ışık yardımıyla kitin iskelete sahip omurgasızlar daha rahat bulunurken normal ışık kullanılarak ışığa gelen fotofilik türlerin yakalanması mümkün olmuştur.



Şekil 10: Elle örnek alma (Foto: Emrah ÖZEL, Havran Mağarası)

3.1.2. Atrap, aspiratör ve diğer araçlar

Mağara çalışmalarında rastlanan türlerin bir kısmı aktif hareket edebilme yeteneğine sahiptir dolayısıyla ek araçların kullanılmasını gerektirir. Bu araçların başında atrap gelir. Özellikle zıplayarak kaçan çekirgeler, sinek vb. uçan türler, bazı örümcek türleri; ancak atrap yardımıyla yakalanabilmektedir. Bu türlerden örnek alabilmek için çalışma sırasında yer yer küçük bir atrap da kullanılmıştır. Buna ek olarak küçük çatlaklara kaçan ya da elin ulaşamadığı yerlerde rastlanan canlılar bir aspiratör yardımıyla toplanmıştır. Vakumlu bir dzenekten oluşan aspiratör yardımıyla örnekler zedelenmeden toplanabilmektedir. Buna ek olarak hızlı hareket edemeyen büyük omurgasız türleri, geniş uçlu bir fırça yardımıyla kavanozlara alınmıştır. Böylelikle örneklerin zarar görmesi önlenmiştir.

3.2. Örneklerin Saklanması

Bulunan örnekler yakalandıktan sonra %70 - %80'lik etil alkol içinde korunmuştur. Çalışmanın bitmesiyle birlikte örnekler özel cam kavanozlara alınmış ve eski alkol dökülerek %98'lik etil alkol içinde saklanmıştır. Daha sonra bu örnekler Hacettepe Üniversitesi Zooloji Müzesi Laboratuvarında tasniflenmiş ve çeşitli boylardaki cam şişelerde, saf etil alkol içinde korunmuştur.

3.3. Örneklerin Değerlendirilmesi

Arazi çalışmaları sonucu birçok canlı grubundan örnekler toplanmış ve bu örneklerin önemli bir kısmı ilgili uzman kişiler yardımıyla tür seviyesinde teşhis edilmiştir. Teşhis edilemeyen örneklerle ilgili yurtiçinde çalışan uzman bulunmamasından dolayı örnekler bazen cins, bazen familya seviyesine kadar teşhis edilebilmiştir. Bu materyaller, daha sonraki çalışmalar için Hacettepe Üniversitesi Zooloji Müzesinde saklanmaktadır.

4. BULGULAR

Arazi alışmaları sonucu girilen mağaralarda 9 farklı takım ve 16 farklı familyadan 21 tür örnek toplanmıştır. Teşhis sonucu elde edilen bulgular izelge 2'de verilmiştir. Ayrıca bu mağaralarda tespit edilen sıcaklık ve nem değerleri ile koordinat verileri de izelge 1'de belirtilmiştir. Çalışma kapsamında bulunan türlerin tanım, habitat ve yayılış bilgileri Bölüm 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 1: Çalışma kaspasında araştırılan mağaraların koordinat ve iklimsel verileri.

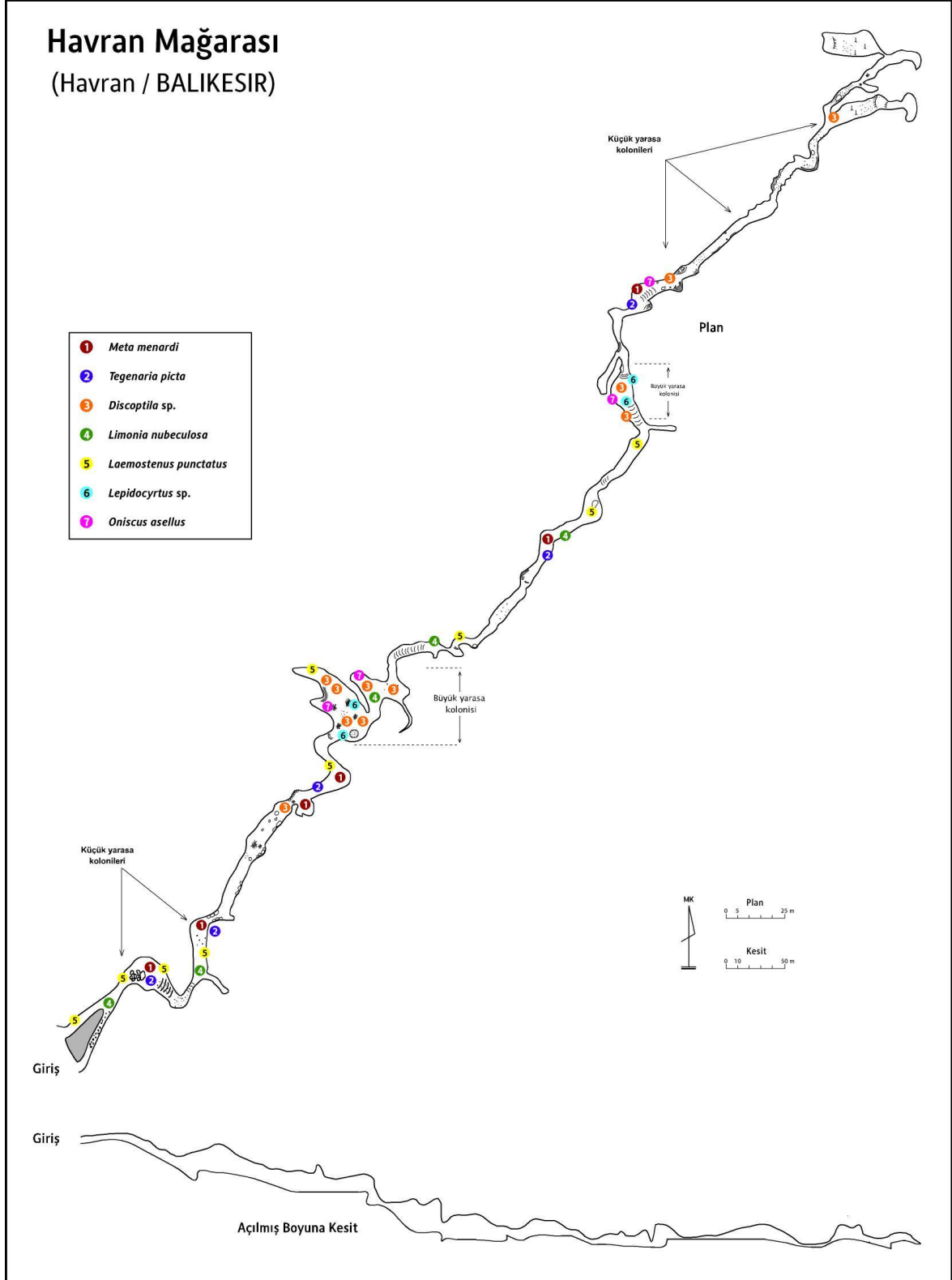
Mağara Adı	Koordinat	Sıcaklık	M. Nem
1) Havran Mağarası	39°34'13.56"K, 27°11'9.96"E	22,4°C	%97,5
2) Atina Mağarası	39°37'42.60"K, 27°14'26.70"E	13,2°C	%86,2
3) Kanlı Mağara	39°35'21.12"K, 27° 5'46.98"E	12,7°C	%77,1
4) Delikkaya Mağarası	39°33'48.12"K, 27°13'48.36"E	14,4°C	%86,4
5) İncirlikuyu Mağarası	39°33'54.78"K, 28°13'41.22"E	15,8°C	%69,5
6) Kocain Mağarası	39°33'37.74"K, 28°15'14.88"E	16,5°C	%72,2
7) Ulupınar Mağarası	39°47'32.58"K, 28°21'19.98"E	18,1°C	%91,3
8) Beyky Ddeni	39°40'7.45"K, 28°14'41.75"E	17,8°C	%57,8
9) Peynirkuyu Mağarası	39°57'6.27"K, 27°58'12.00"E	16,1°C	%79,8
10) Mrvetler Mağarası	39°52'32.50"K, 28° 1' 44.78"E	15,7°C	%72,2
11) Ballıkaya Mağarası	40° 0' 39.13"K, 28° 6' 5.02"E	15,8°C	%78,9
12) Kapulukaya Mağarası	40° 10' 7.86"K, 29° 7'33.46"E	14,8°C	%80,2
13) Kayapa Mağarası	40°10'26.40"K, 28°50'23.64"E	15,3°C	%81,5
14) Ayiini (Kazanpınar) M.	40° 5'29.76"K, 28°41'15.96"E	16,8°C	%78,1
15) Gavurini Mağarası	39°52'23.32"K, 29°16'54.33"E	13,6°C	%67,2
16) Avdancık I Mağarası	40°18'23.51"K, 29° 9'20.64"E	17,2°C	% 82.3
17) Avdancık II Mağarası	40°18'46.22"K, 29°10'36.80"E	15,8°C	% 59.6
18) Elmaçayı Mağarası	40° 1'20.22"K, 29°22'33.30"E	16,3°C	% 88.4

Çizelge 2: Türlerin mağaralara göre dağılımı.

Takım	Familya	Tür	Mağaralar																	Türün Tespit Edildiği Mağara Sayısı	
			Havran	Atina	Kanlı	Delikkaya	İncirlikuyu	Kocain	Ulupınar	Beyköy	Peynirkuyu	Mürüvetler	Ballıkaya	Kapulukaya	Kayapa	Ayini	Gavurini	Avdancık I	Avdancık II		Elmaçayırı
Pulmonata	Zonitidae	<i>Oxychilus investigatus</i>						X			X	X	X		X	X		X			7
Pulmonata	Zonitidae	<i>Oxychilus samius</i>																X	X		2
Pulmonata	Limacidae	<i>Limacus flavus</i>																	X		1
Pulmonata	Agriolimacidae	<i>Deroceras berytensis</i>													X						1
Araneae	Tetragnathidae	<i>Meta menardi</i>	X	X		X	X				X		X	X			X	X			9
Araneae	Tetragnathidae	<i>Matellina merianae</i>							X												1
Araneae	Agelenidae	<i>Tegenaria picta</i>	X																		1
Araneae	Gnaphosidae	<i>Haplodrossus</i> sp.															X				1
Araneae	Pholcidae	<i>Pholcus opillionides</i>			X			X	X			X		X	X						6
Orthoptera	Gryllidae	<i>Discoptila</i> sp.	X																		1
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllomorpha dalmatina</i>												X		X		X			3
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Micropterna sequax</i>						X													1
Trichoptera	Limnephilidae	<i>S. meridionalis</i>															X	X			2
Diptera	Limoniidae	<i>Limonia nubeculosa</i>	X		X	X	X	X	X	X			X							X	9
Coleoptera	Laemostenus	<i>Laemostenus punctatus</i>	X								X					X	X				4
Coleoptera	Laemostenus	<i>Pterostichus longicollis</i>								X											1
Collembola	Entomobryidae	<i>Lepidocyrtus</i> sp.	X									X									2
Lepidoptera	Lymantriidae	<i>Lymantria dispar</i>									X						X				2
Isopoda	Onicidae	<i>Oniscus asellus</i>	X																		1
Isopoda	Porcellionidae	<i>Cylisticus</i> sp.							X							X					2
Isopoda	Cylistidae	<i>Porcellio scaber</i>															X				1
		Mağaradaki Toplam Tür Sayısı	7	1	2	2	2	4	4	2	4	3	3	3	2	5	3	6	2	3	

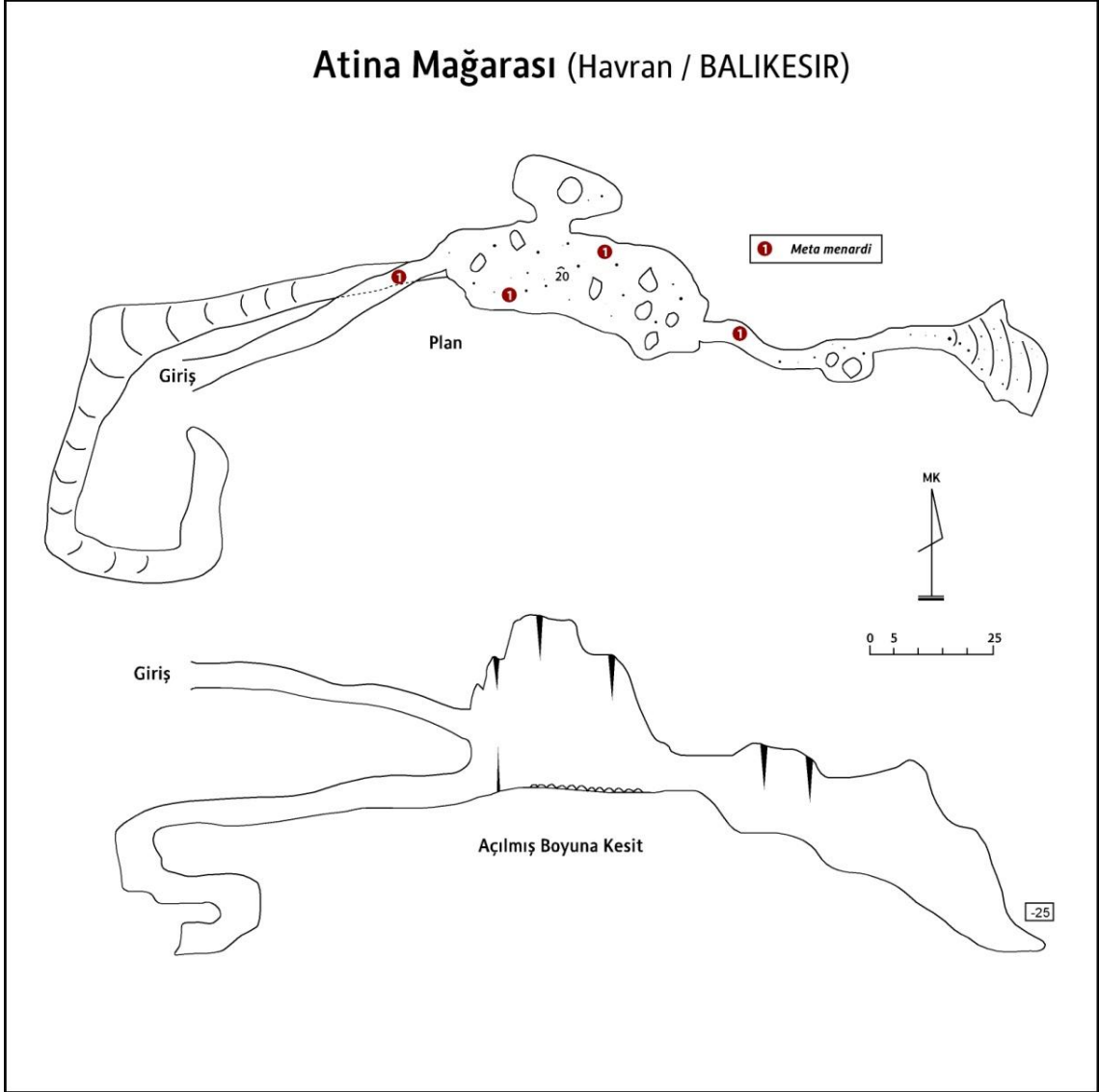
4.1. Tespit Edilen Türlerin Mağara İçindeki Dağılımları

4.1.1. Havran Mağarası



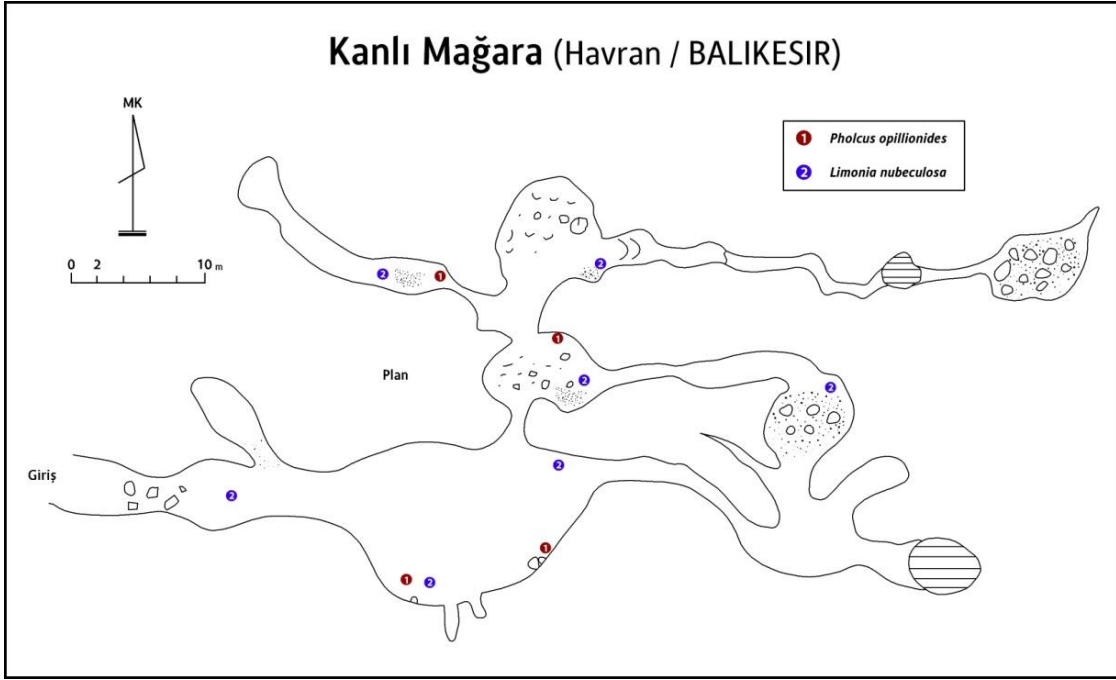
Şekil 11: Havran Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.2. Atina Mağarası



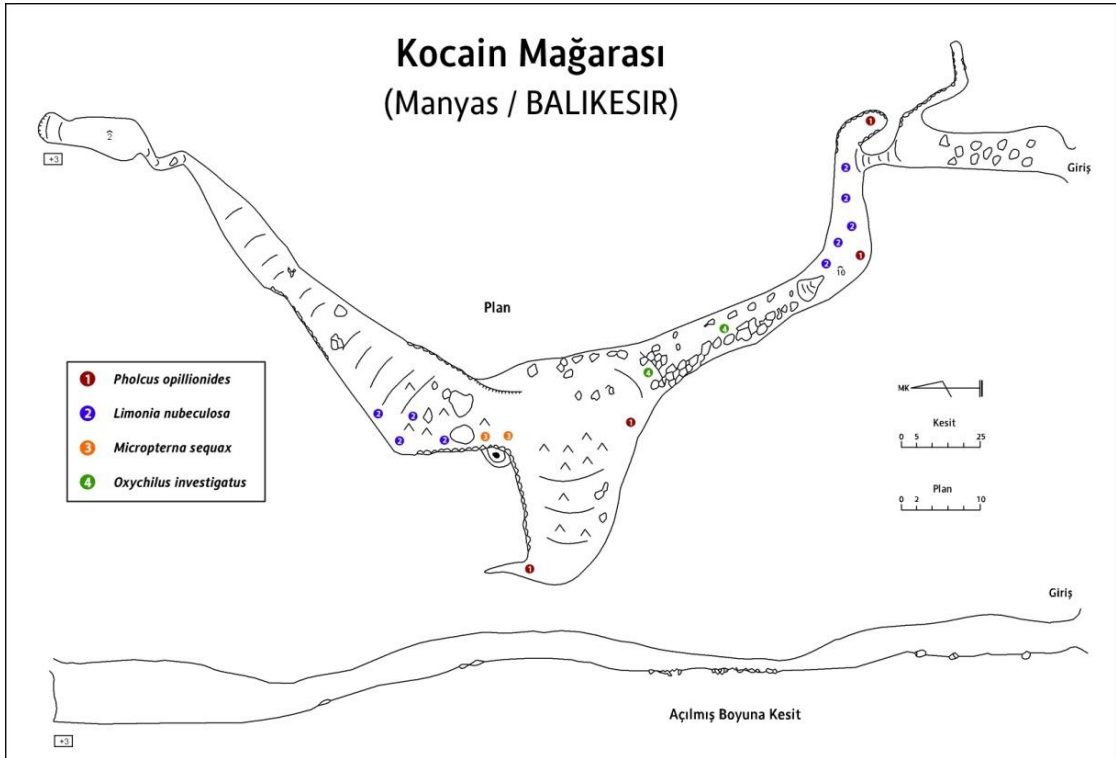
Şekil 12: Atina Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.3. Kanlı Mağara



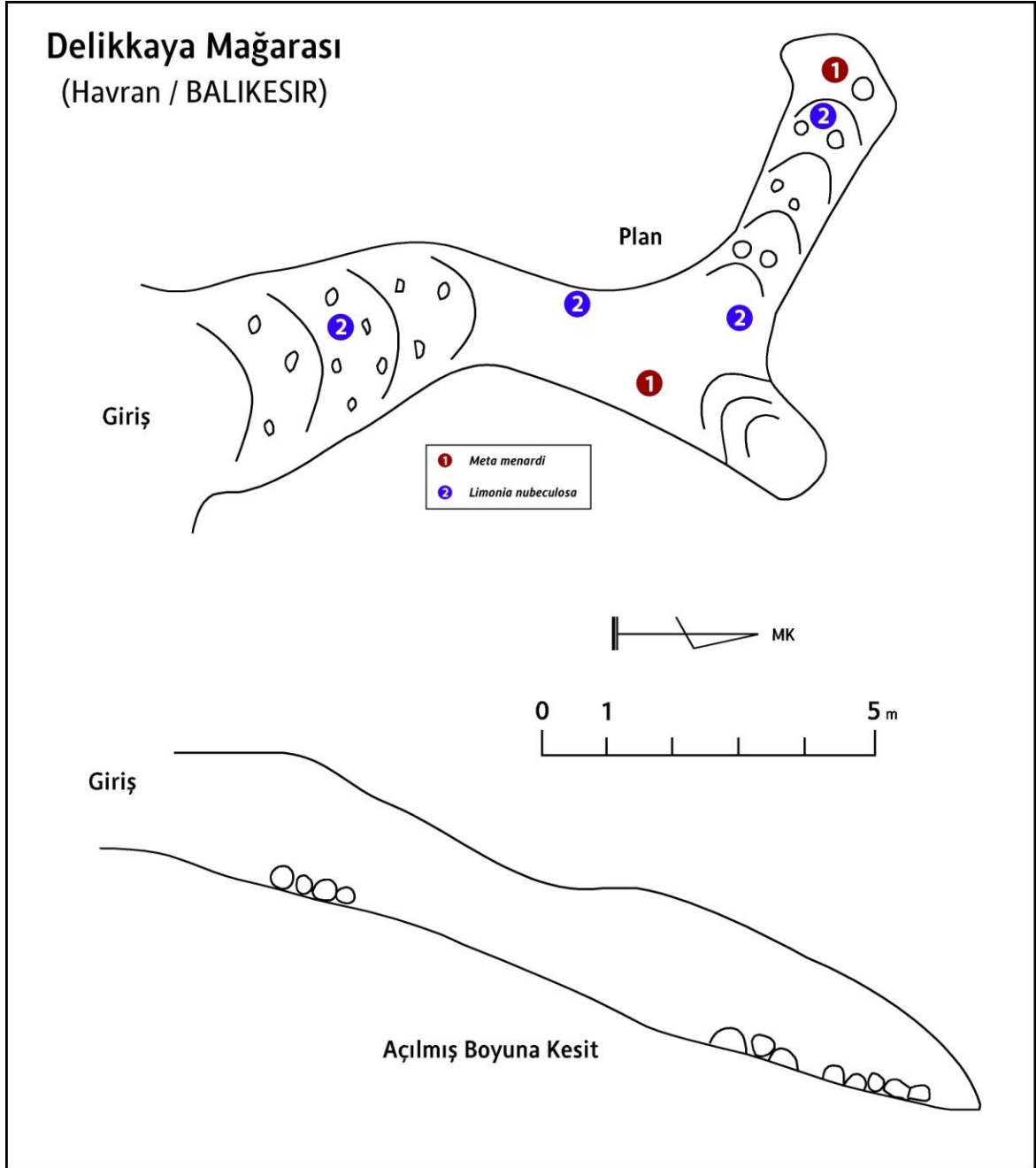
Şekil 13: Kanlı Mağara'dan toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.4. Kocain Mağarası



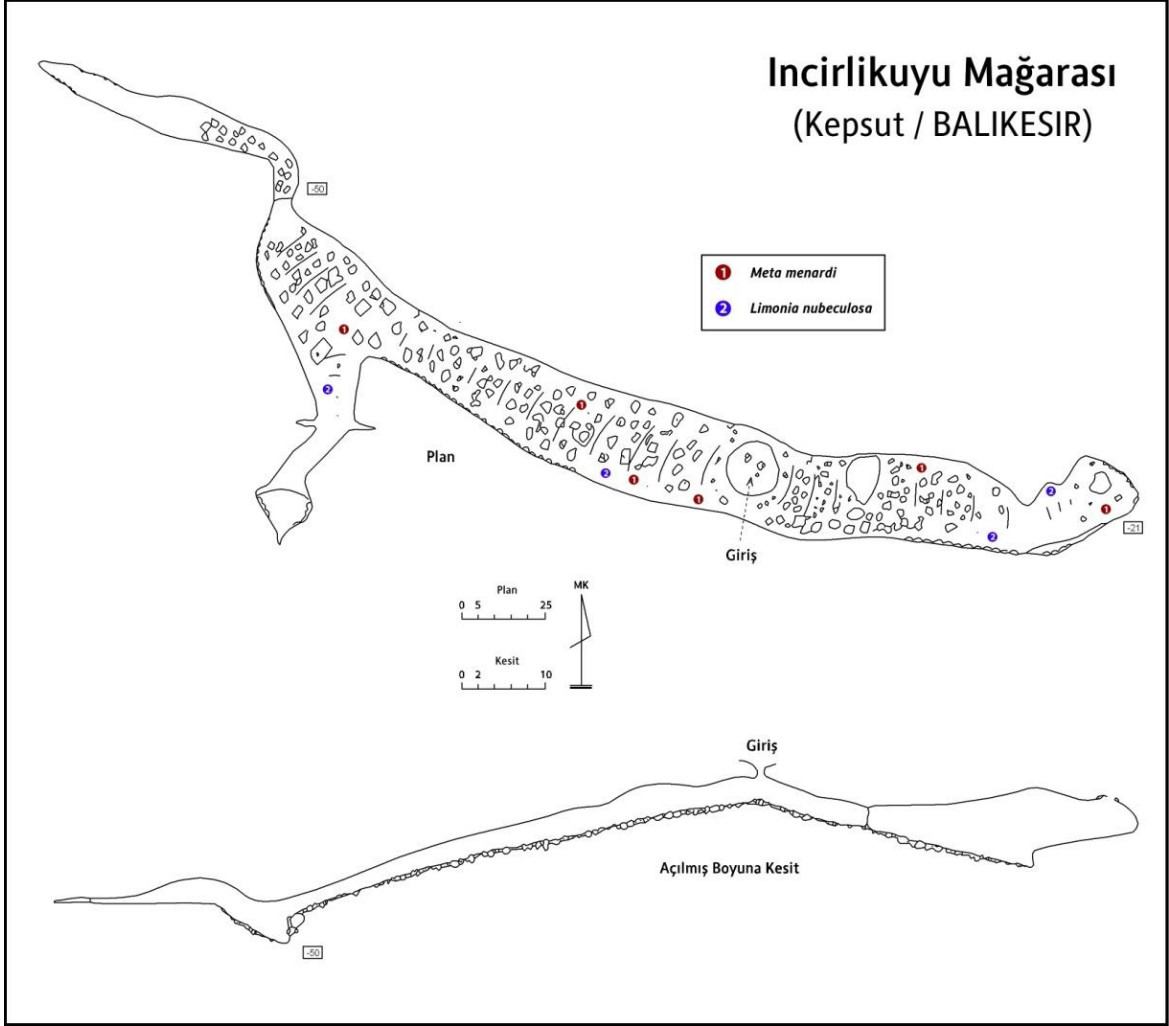
Şekil 14: Kocain Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.5. Delikkaya Mağarası



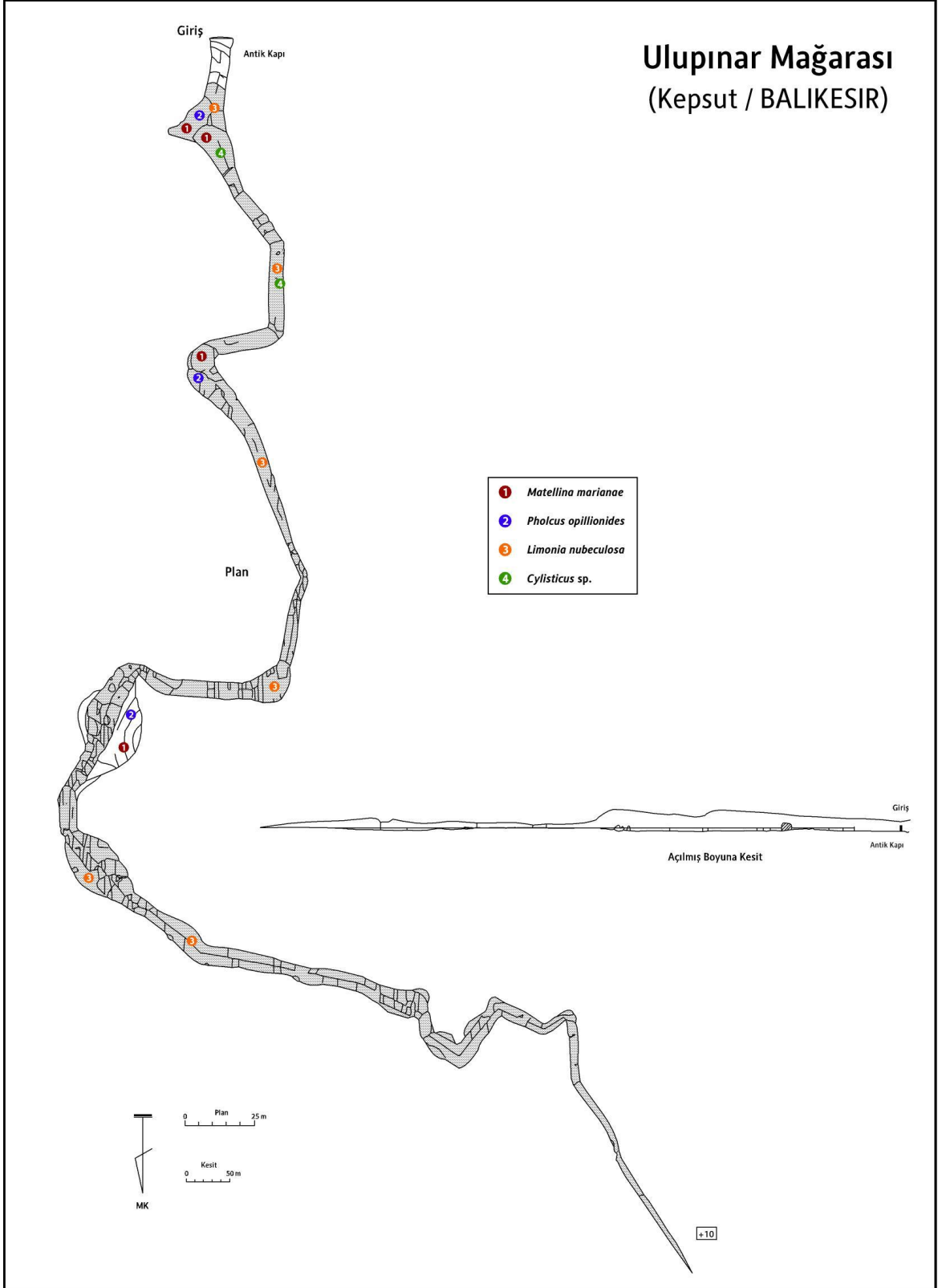
Şekil 15: Delikkaya Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.6. İncirlikuyu Mağarası



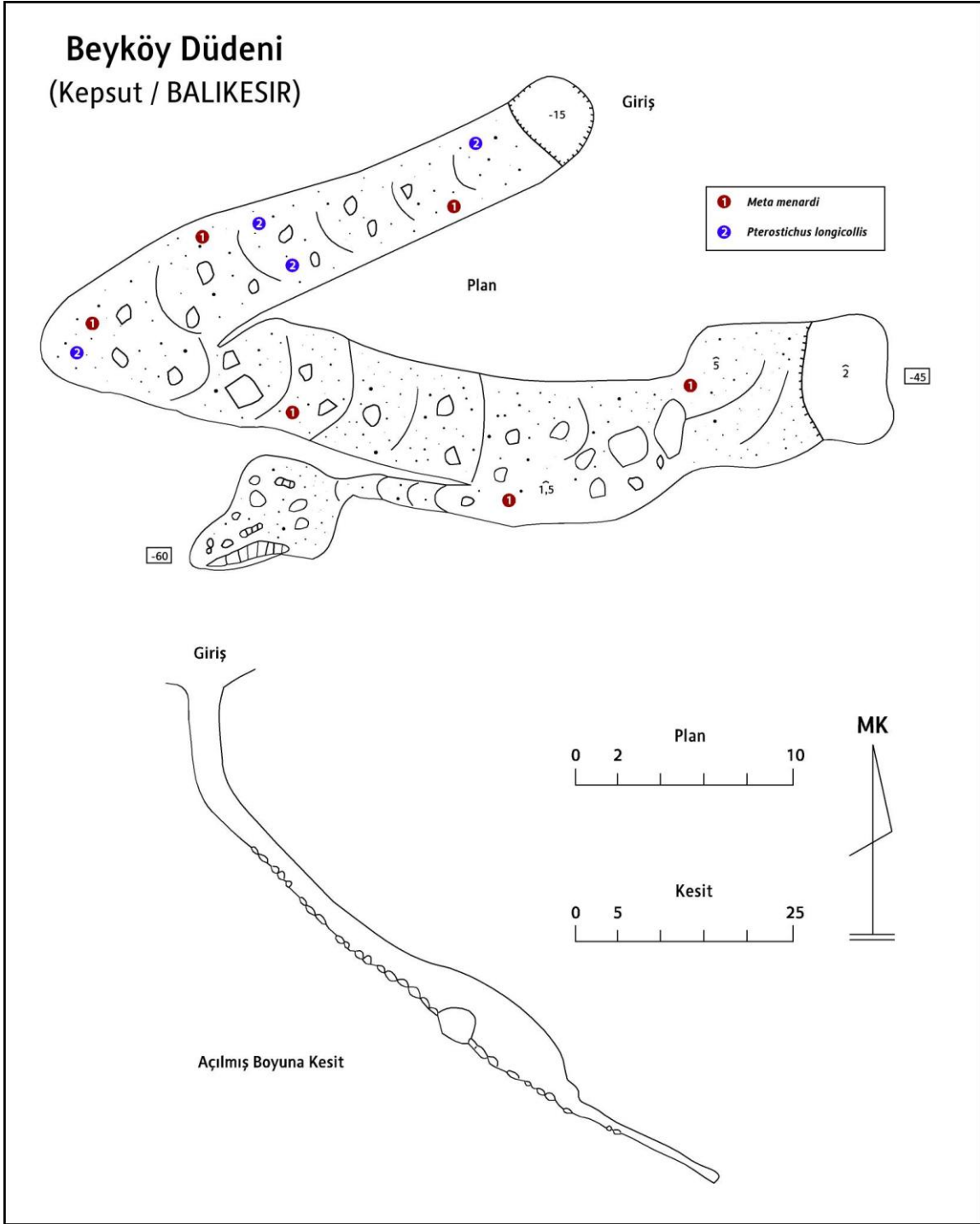
Şekil 16: İncirlikuyu Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.7. Ulupınar Mağarası



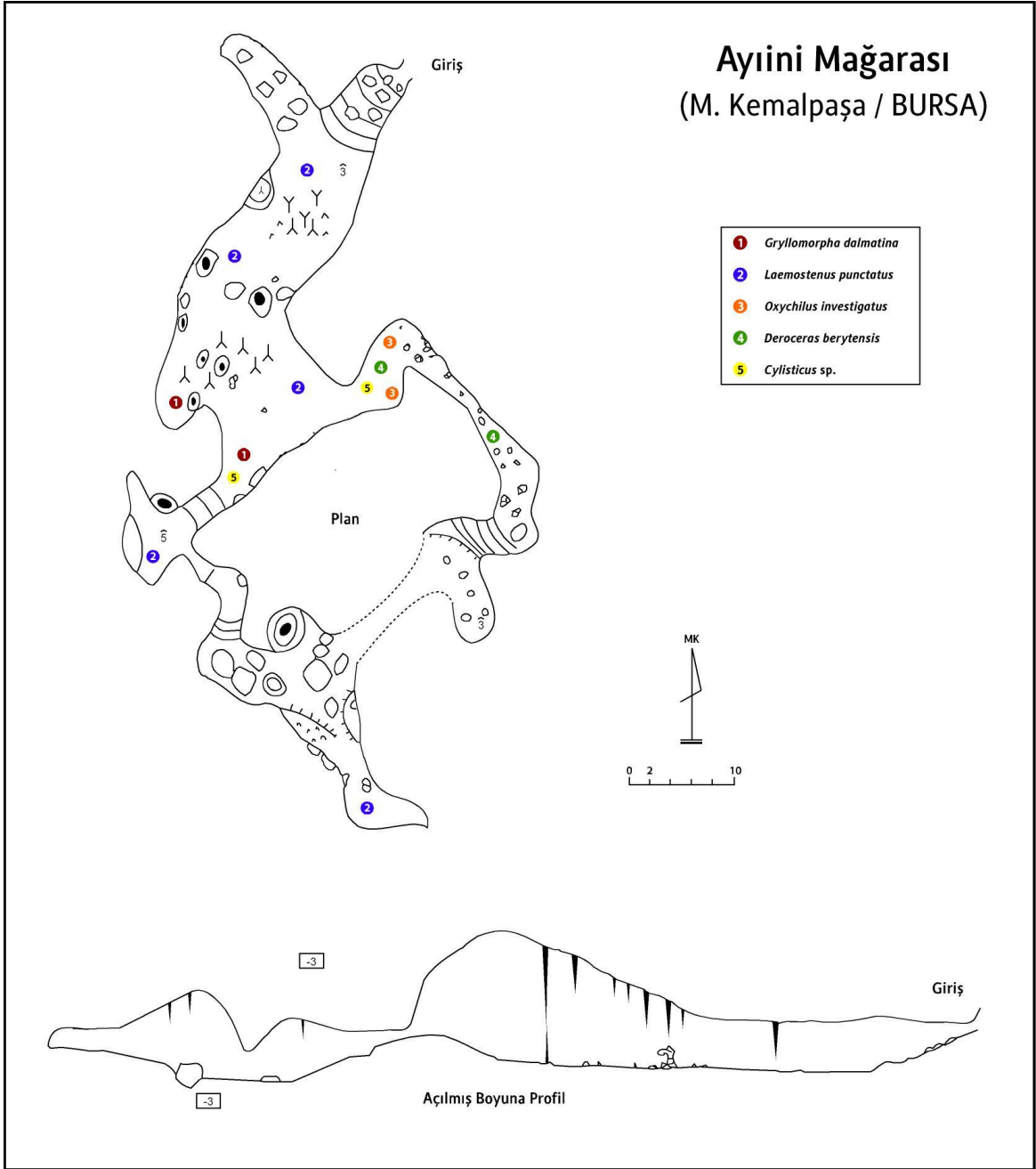
Şekil 17: Ulupınar Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.8. Beyköy Düdeni



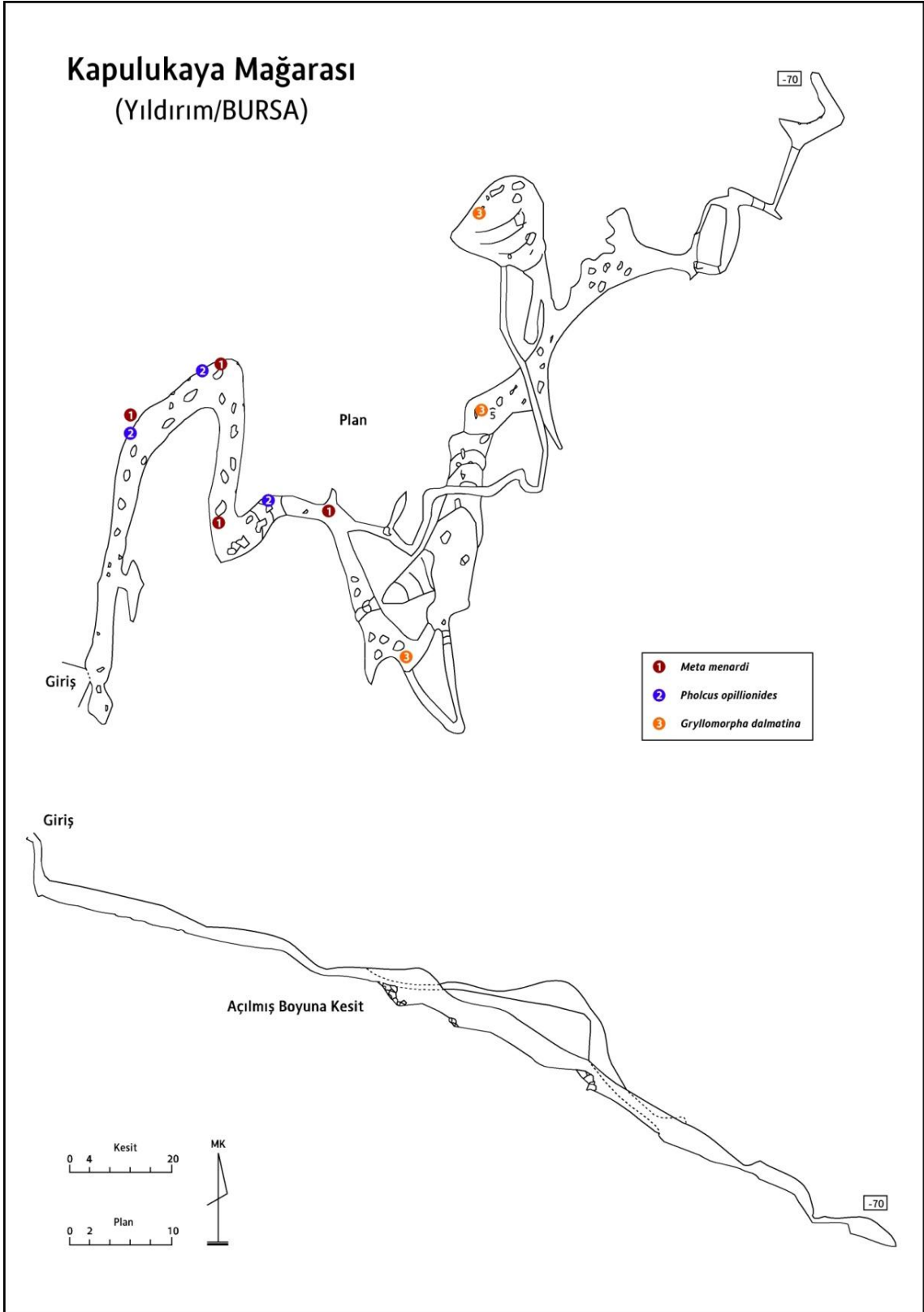
Şekil 18: Beyköy Düdeninden toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.9. Ayiini Mağarası



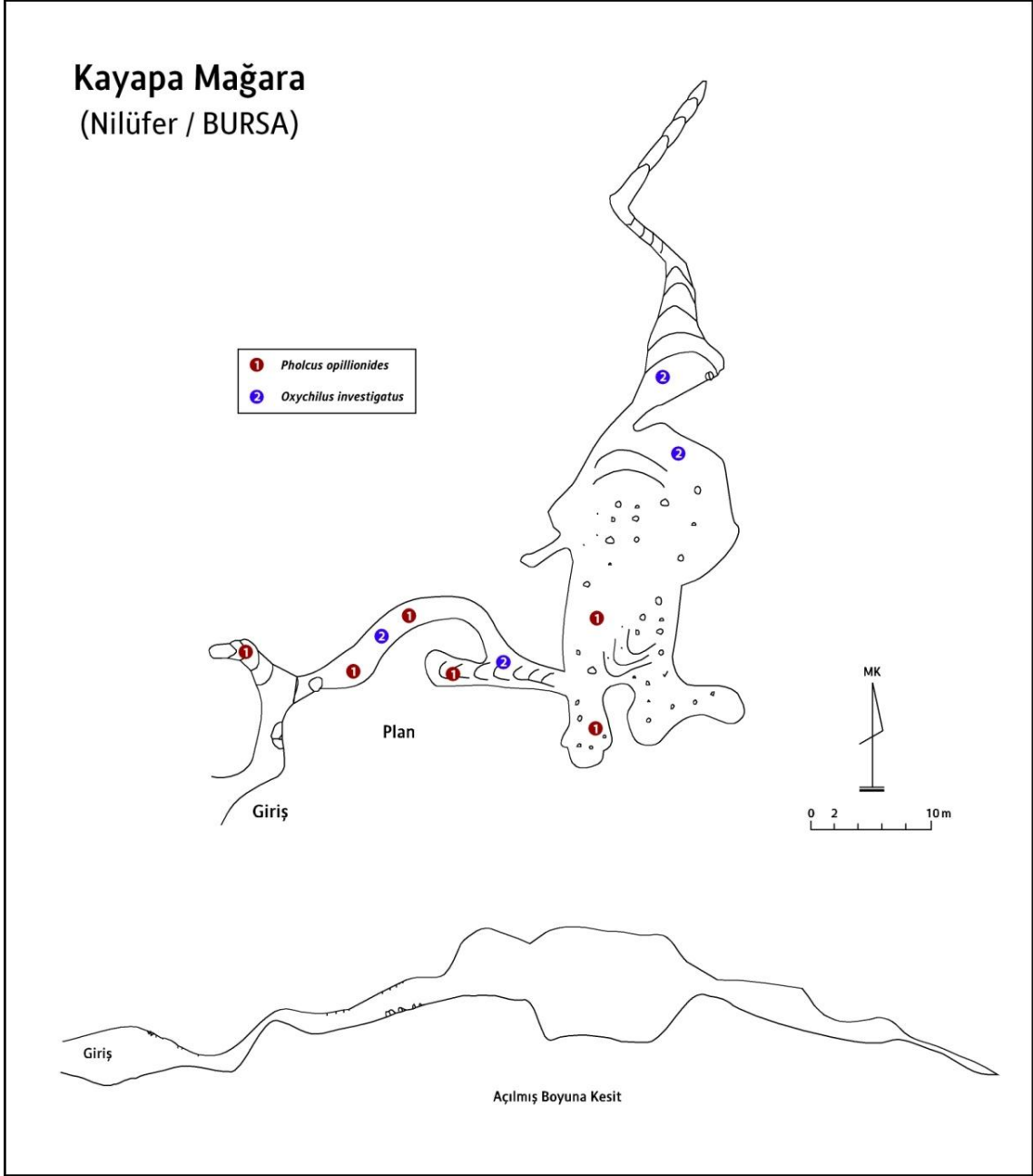
Şekil 19: Ayiini Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.10. Kapulukaya Mağarası



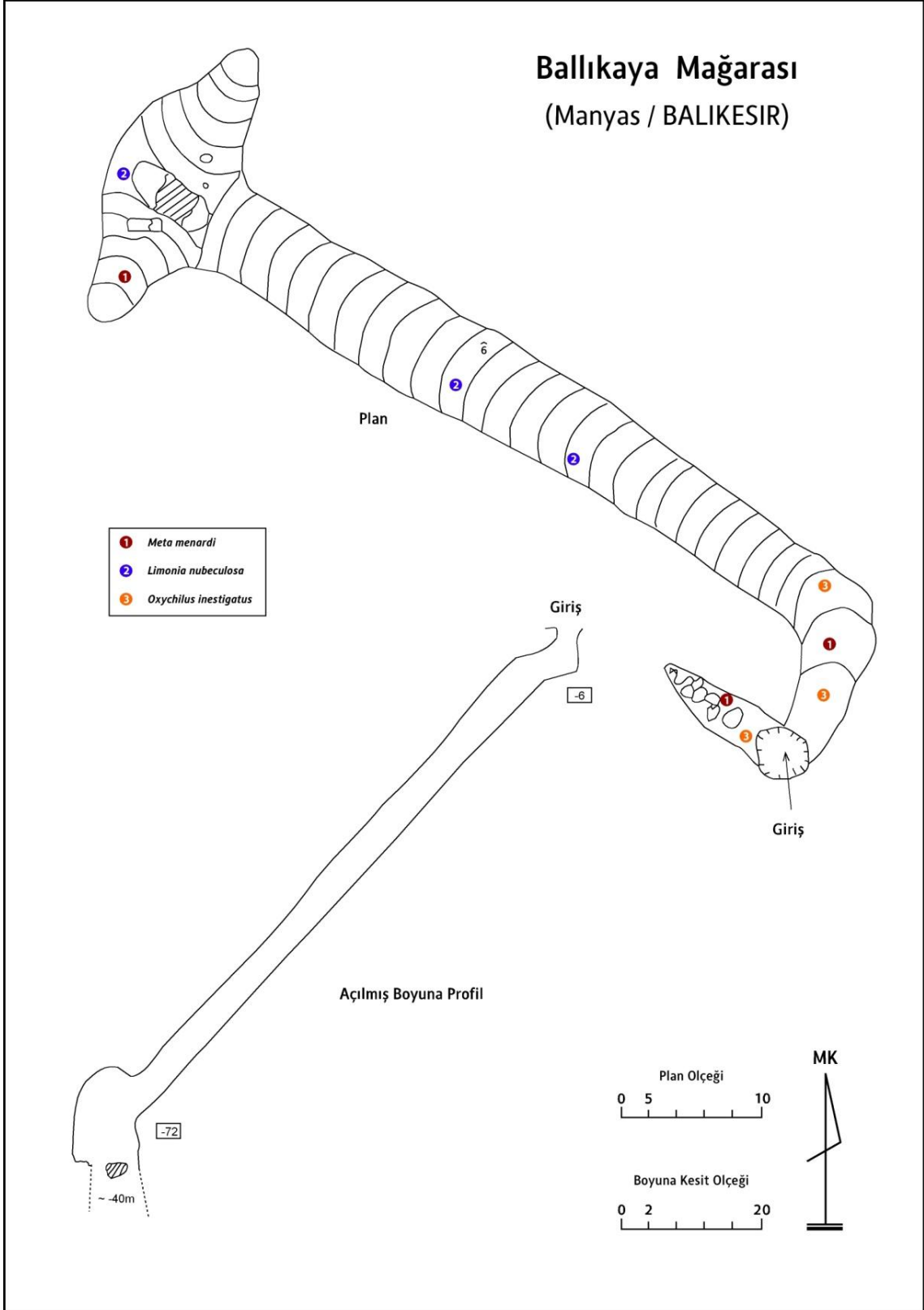
Şekil 20: Kapulukaya Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.11. Kayapa Mağarası



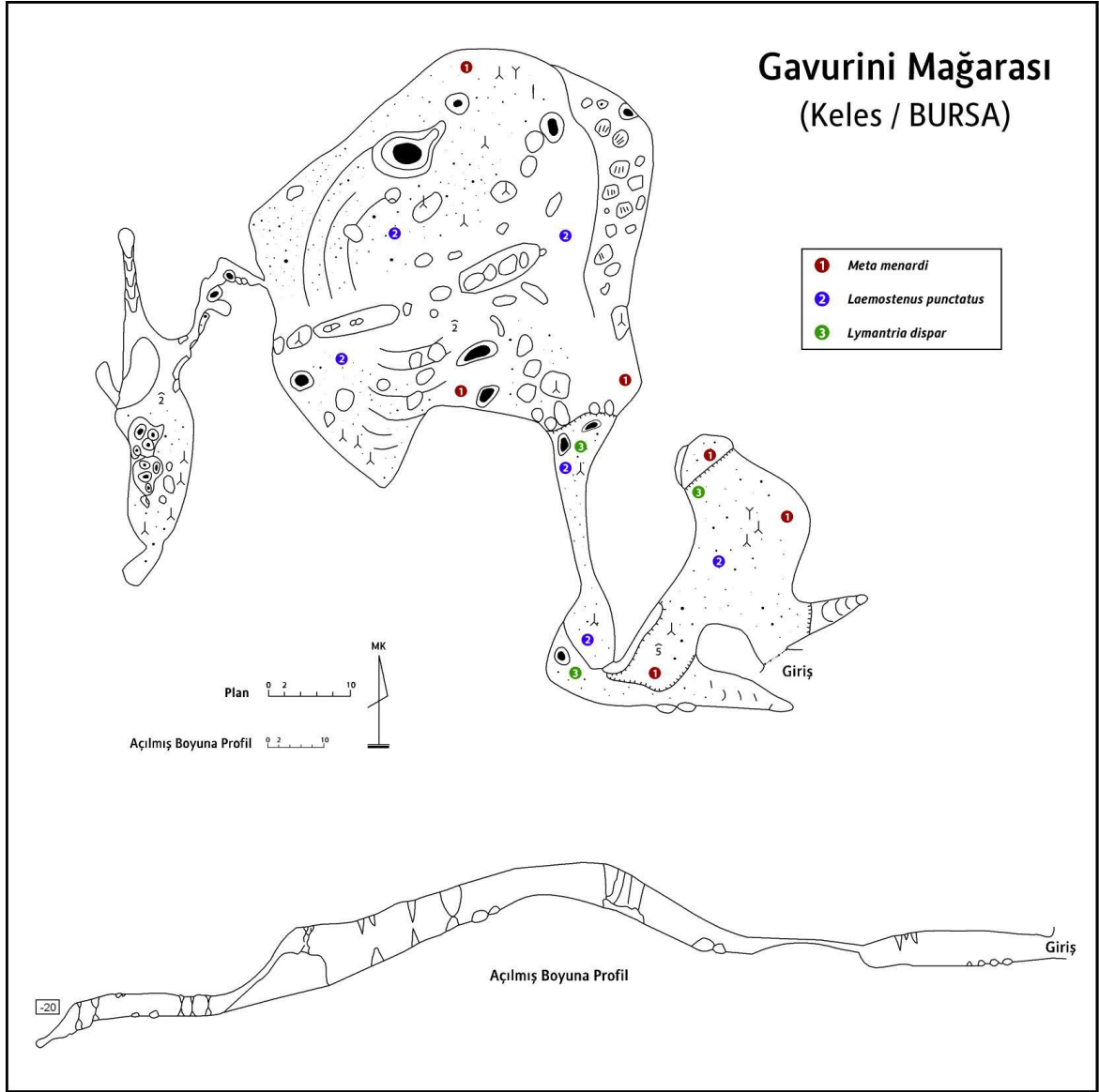
Şekil 21: Kayapa Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.12. Balıklaya Mağarası



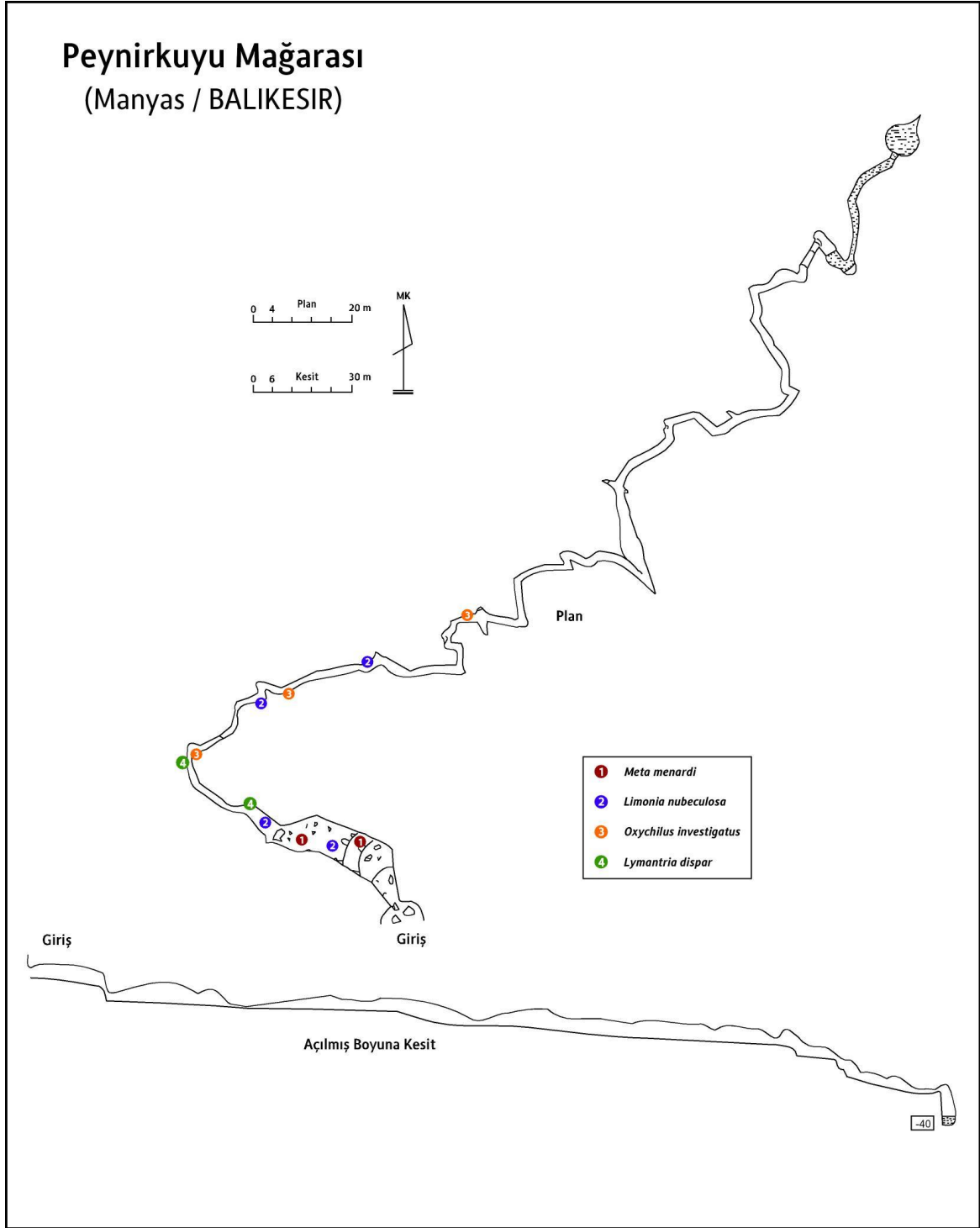
Şekil 22: Ballıkaya Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.13. Gavurini Mağarası



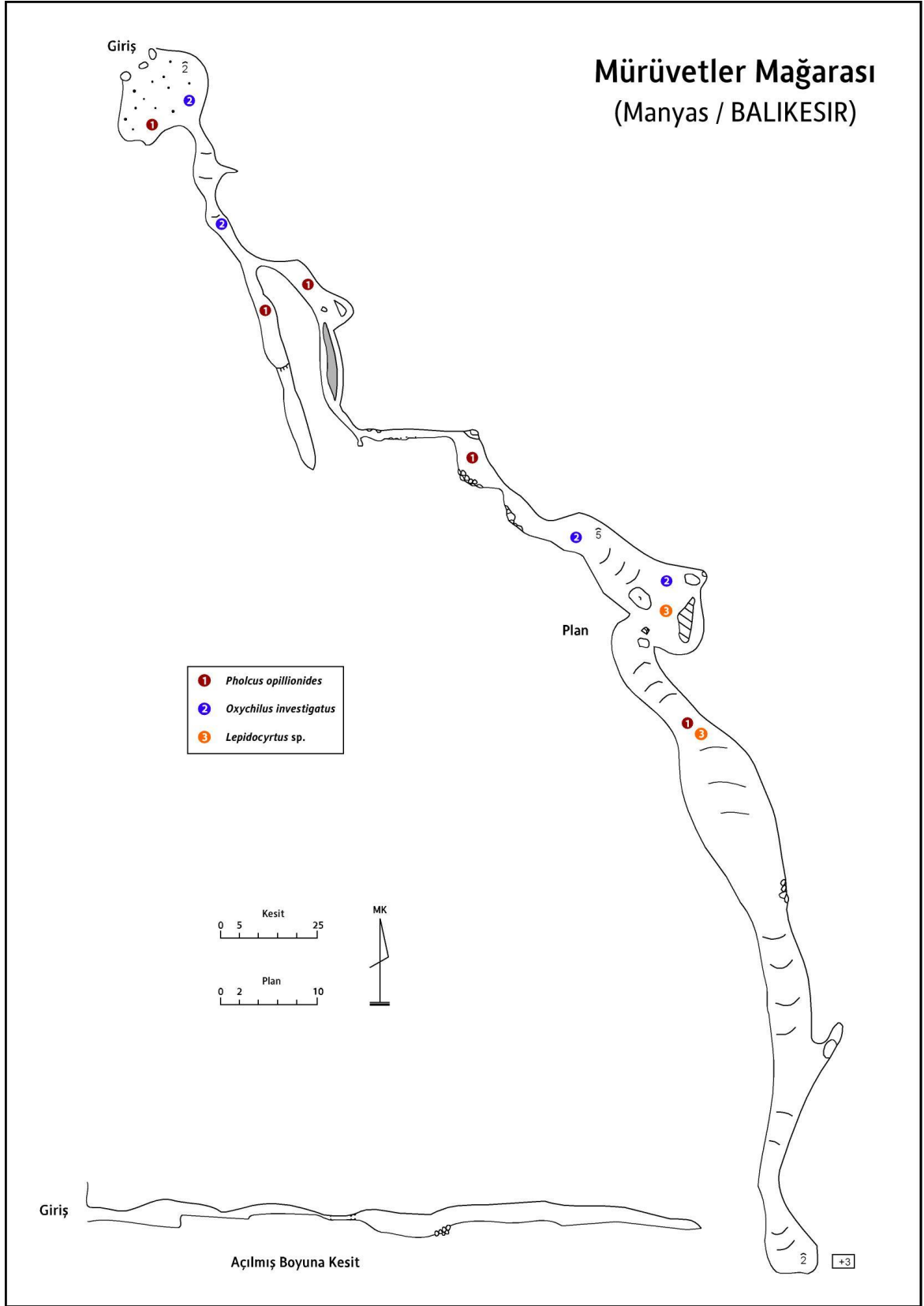
Şekil 23: Gavurini Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.14. Peynirkuyu Mağarası



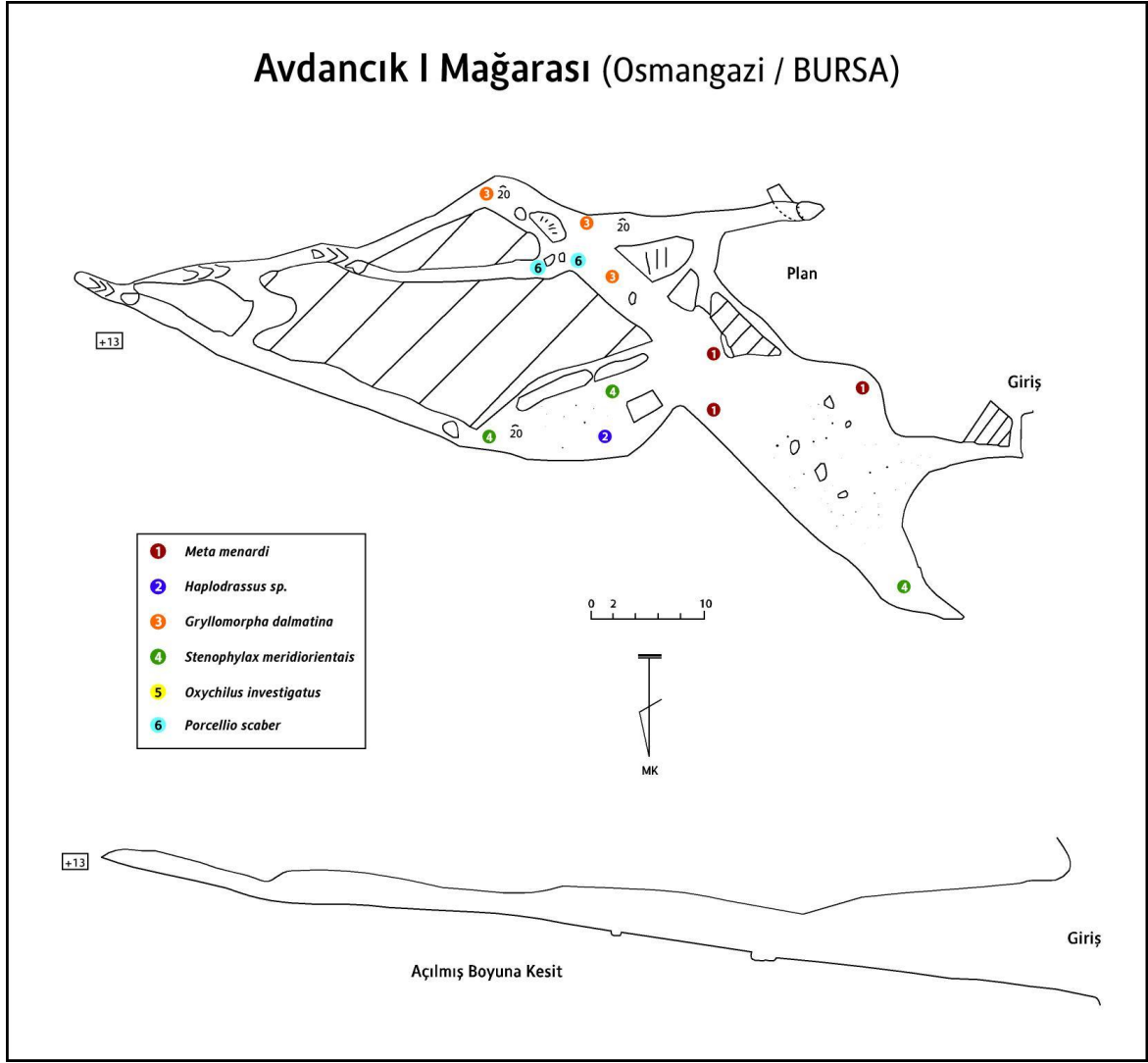
Şekil 24: Peynirkuyu Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.15. Mürüvetler Mağarası



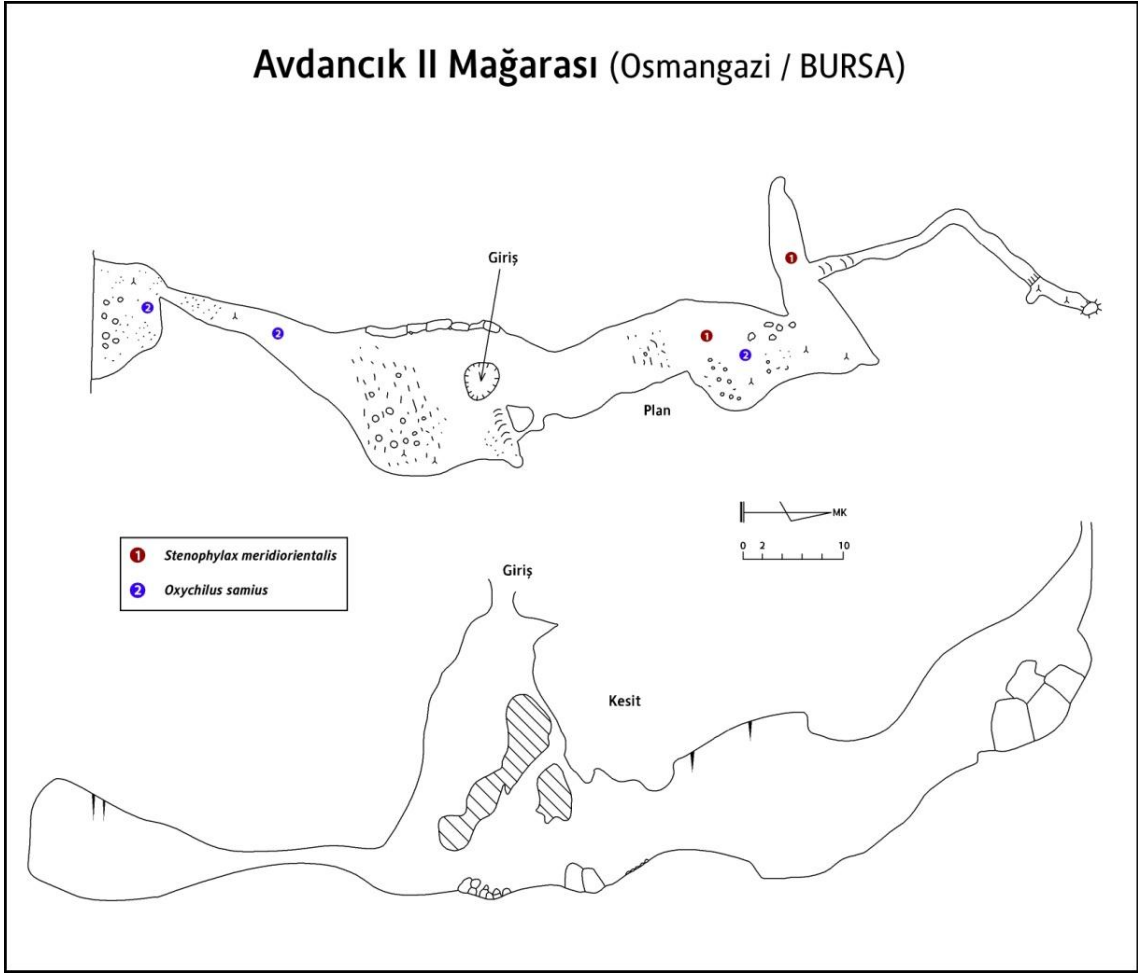
Şekil 25: Mürüvetler Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.16. Avdancık I Mağarası



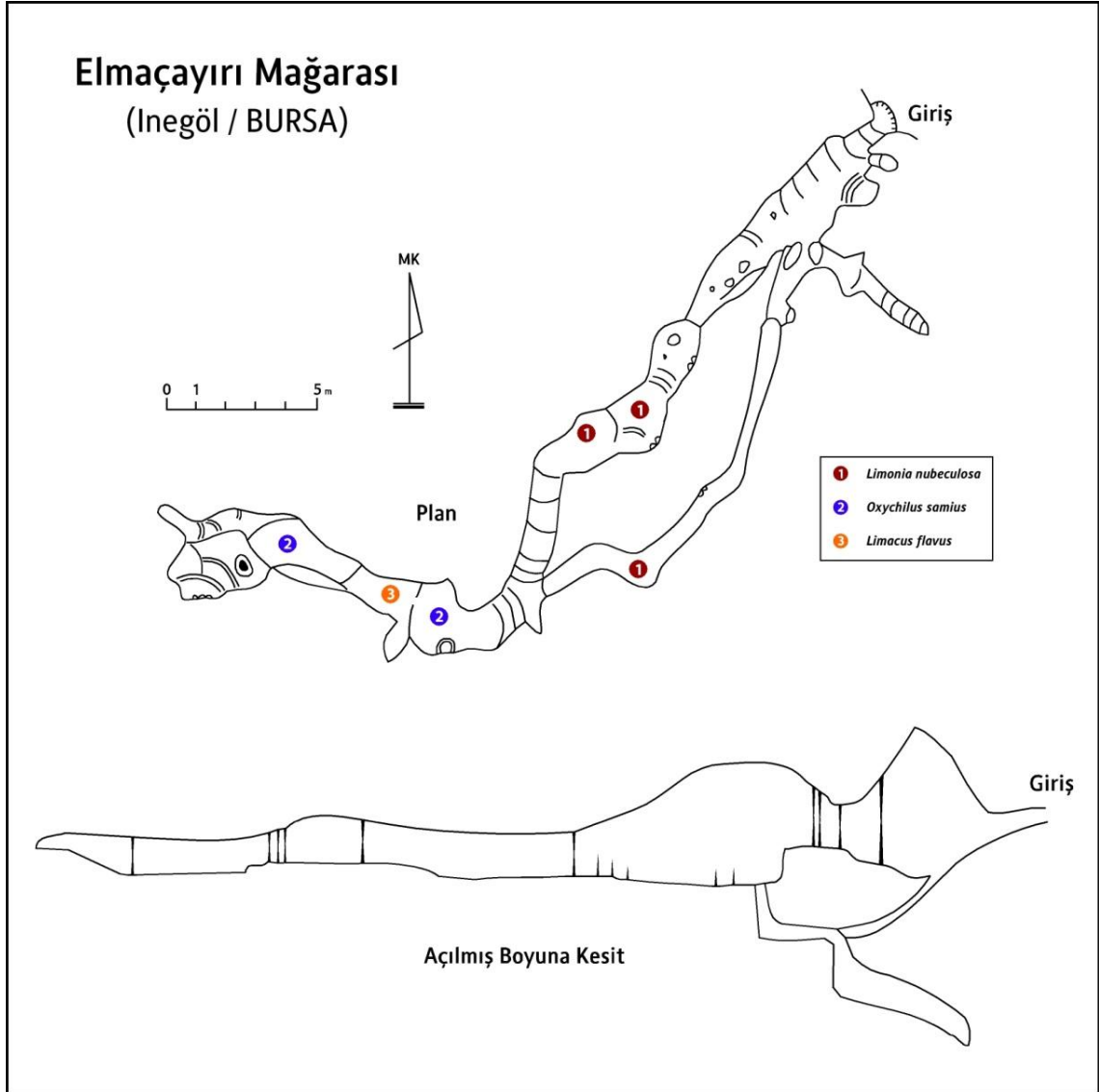
Şekil 26: Avdancık I Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.17. Avdancık II Mağarası



Şekil 27: Avdancık I Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.1.18. Elmaçayırı Mağarası



Şekil 28: Elmaçayırı Mağarasından toplanan omurgasız örneklerinin harita üzerindeki yerleri.

4.2. Bulunan Türlerle İlgili Sistematik Veriler

4.2.1. Takım: Pulmonata (Akciğerli Salyangozlar)

Alem: Animalia,

Şube: Mollusca,

Sınıf: Gastropoda,

Üstfamilya: Zonitoidea,

Familya: Zonitidae,

Altfamilya: Oxychilinae,

Cins: *Oxychilus* FITZINGER, 1833

Altçins: *Schistophallus* A.J. WAGNER, 1914

4.2.1.1. Tür: *Oxychilus (Schistophallus) investigatus* RIEDEL, 1993

Tür Tanımı: Kabuk orta boy, çok ince ve kolayca kırılabilir, şeffaf, sarımtırak kemik rengi ve parlaktır. Kabuk üzerinde ince ve sık spiral çizgiler mevcuttur. Spir kısmı merdiven şeklinde yükselir. Kabukta 5, 5 ½ sarmal vardır. Sarmallar kısmen basıktır. Son sarmal belirgin bir şekilde genişlemektedir. Son sarmal, bir önceki, sarmaldan 2 ¼ oranında geniştir. Apertür basık-yuvarlak, umbulikus çok dardır. Genişlik: 15–17 mm; Yükseklik: 8–10 mm.

Habitat: Troglafil bir tür olup, nadiren görülmektedir.

Türkiye'deki Yayılışı: Marmara Bölgesi (İstanbul, Sakarya, Adapazarı, Bursa, Bolu, Zonguldak).

Genel Yayılışı: Bulgaristan, Türkiye (Riedel, 1995; Schütt, 2005).



Şekil 29: *Oxychilus investigatus* RIEDEL, 1993 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁾

Cins: *Oxychilus* FITZINGER, 1833 sensu strictu

Altçins: *Schistophallus* A.J. WAGNER, 1914

4.2.1.2. Tür: *Oxychilus (Schistophallus) samius* E. VON MARTENS, 1889

Tür Tanımı: Kabuk geniş ve disk şeklindedir. Üst kısmı alt kısmına göre daha basık olan kabuk açık sarı, kemik rengindedir. Kabuğun yüzeyi düz ve çok parlaktır. Umbilikus dar olup, son sarmallar umbilikustan görülebilmektedir. Kabukta 5, 5 ½ sarmal vardır. Sarmallar çok az bombelidir, son sarmal oldukça geniştir. Son sarmal, bir önceki sarmalın 3 katı genişliktedir. Apertür yatay olarak basıktır. Kabuğun üzerindeki büyüme çizgilerini ve spiralleri ayırt etmek oldukça zordur. Genişlik: 17–21 mm; Yükseklik: 8–10 mm.

Habitat: Kayaların çukurluklarında, girişlerindeki oyuklarda ya da altlarındaki boşluklarda yaşayan troglafil salyangozlarıdır.

Türkiye'deki Yayılışı: Ege Bölgesi (İzmir, Manisa, Aydın).

Genel Yayılışı: Kuzey Yunanistan, Ege Denizi'ndeki Adalar, Batı Anadolu (Riedel, 1995; Schütt, 2005).



Şekil 30: *Oxychilus samius* E. VON MARTENS, 1889 türüne ait fotoğraf ⁽²⁾

Üstfamilya: Limacoidea,

Familya: Limacidae,

Cins: *Limax* LINNAEUS, 1758

4.2.1.3. Tür: *Limacus flavus* LINNAEUS, 1758

Tür Tanımı: Uzunluğu 120 mm, nadiren de 155 mm, genişliği ise 12 mm olan büyük bir sümüklüböcek türüdür. Alkolde 50 + 10 mm uzunluktadır. Manto, vücut uzunluğunun 1/3'ü kadardır. Rengi sarımsı-yeşil olup, üzerinde gri renkli benekler vardır. Boylamasına çizgiler bulunmaz. Manto, vücut ile aynı renk ve desenedir. Kuyruk dorsalinde omurga benzeri bir yapı bulunup, mantoya doğru bu yapı incelmektedir. Manto dikdörtgen biçiminde, önde yuvarlağımsı, arkada ise hafifçe köşelidir. Pnömostom, kısmen koyu renkli olup, hayvanın başı ve boynu açık yeşilimtırak renktedir. Tentaküller, kalın ve uzun olup, karakteristik solgun-mavi renktedir. Ayak kısmı, solgun sarımtırak renkte olup, salgısı akışkandır. Vücut salgısı gibi yeşilimtırak renktedir. Eksentrik nukleus kabuğun posteriyör kısmının solundadır.

Habitat: Ormanda nemli bölgelerde, kütüklerin altında, ağaç kabuklarında, bahçelerde, duvar yarıklarında, evlerin kilerlerinde yaşarlar, gece aktiftirler.

Türkiye'deki Yayılışı: Marmara, Ege, Akdeniz, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu bölgeleri (İstanbul, İzmir, Bolu, Muğla, Burdur, Eğirdir, Antalya, Adana, Diyarbakır, Mardin, Samsun, Kemaliye-Erzincan).

Genel Yayılışı: Orta ve Doğu Avrupa, Türkiye, Kafkasya (Yıldırım ve Kebapçı, 2004, Schütt, 2005).



Şekil 31: *Limacus flavus* LINNAEUS, 1758 türüne ait fotoğraf ⁽³⁾

Üstfamilya: Limacoidea,

Familya: Agriolimacidae,

Cins: *Deroceras* RAFINESQUE, 1820

4.2.1.4. Tür: *Deroceras (Plathystimulus) berytensis* (BOURGUIGNAT 1852)

Tür Tanımı: Uzunluğu 35 mm'ye ulaşır. İnce, narin ve uzun bir sümüklüböcektir. Manto uzunluğu 20 mm'dir. Vücut boyuna ve koyu renkli trapezoyit oluklarla kaplıdır. Manto açık kahverengi olup, dorsumun ortasından pnömostoma kadar olan bölgede daha koyu renkte 12–15 oluk bulunmaktadır. Vücut rengi soluk griden, kemik rengi ve kahverengine kadar değişiklik gösterir, sırt kısmı koyu, ayak kısmı açık renktedir. Kafa, boyun ve tentaküller koyu kahverengi, ayak orta kısımda kirli beyaz, yan kısımlarda ise kirli gri renktedir. Kabuk yumurta şeklindedir ve eksentirik nukleusludur.

Habitat: Nemli ortamlarda, ağaç kabuklarının ya da odun parçalarının üzerlerinde yaşarlar.

Türkiye'deki Yayılışı: Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu bölgeleri (Aydın, Muğla, Antalya, Isparta, Mersin, Adana, Hatay, Kayseri, Çorum, Ankara, Kemaliye-Erzincan).

Genel Yayılışı: Türkiye, Suriye, İsrail, Kıbrıs (Yıldırım ve Kebapçı, 2004, Schütt, 2005).



Şekil 32: *Deroceras berytensis* BOURGUIGNAT, 1852 türüne ait fotoğraf ⁽⁴⁾

4.2.2. Takım: Araneae (Örümcekler)

Alem: Animalia,

Şube: Arthropoda,

Sınıf: Arachnida,

Takım: Araneae,

Familya: Tetragnathidae,

Cins: *Meta* C. L. KOCH, 1836

4.2.2.1. Tür: *Meta menardi* LATREILLE, 1804

Tür Tanımı: Erginlerin bacak uzunluğu 5 cm'yi, tüm vücut uzunluğu da 15 cm'yi bulabilir. Erginler fotofobiktir ve ışıktan kaçma davranışı sergilerler. Bu nedenle erginler sıklıkla mağaralarda, tünellerde ve büyük kaya çatlaklarında yaşarlar. Bu durumun tam tersine genç bireyler ışığa yönelim gösterirler. Bu davranış nedeniyle Kuzey Avrupa'da geniş bir yayılıma sahiptir. Yumurta keseleri damla şeklinde duvara asılı haldedir ve bazen ortasında sarı bir merkez bulunur. *Meta bourneti* türünden ayırmak oldukça zordur ve uzmanlık gerektirir. Çoğunlukla küçük çok-bacaklılar ve salyangozlar üzerinden beslenirler. Saldırgan değildirler, yavaş hareket ederler.

Habitat: Erginler fotofobik (troglafil), juveniller fotofilik.

Genel Yayılış: Avrupa'dan Kore'ye kadar.

Türkiye'deki Yayılış: Ege ve Antalya



Şekil 33: *Meta menardi* LATREILLE, 1804 türüne ait fotoğraf ⁽⁵⁾

Familya: Tetragnathidae,

Cins: *Metellina*

4.2.2.2. Tür: *Metellina merianae* SCOPOLI, 1763

Tür Tanımı: Karapaks açık kahverengi zeminlidir ve başın üstüne uzanan koyu kahverengi bir üçgen bulunur. Üçgen içinde, oküler bölge ve fovea arasında bir çift açık renkli bölge bulunur. Karapaks kenarında boydan boya düzensiz siyahımsı bantlar mevcuttur.

Bacaklar sarımsı kahverengidir ve grimsi kahverengi halkalar görülebilir. Bacak dikenlerinin bazalı siyah bir şeritle halkalanmıştır. Abdomen sarımsı kahverengidir ve alacalı koyu kahverengi şekildedir. Abdomen belirli bir uzaklıktan yeşil görünebilir. Ventralde dikenlerin kenarında bir çift açık renkli şerit bulunur. Dişiler 5,5 – 8,5 mm; erkekler 5 – 7 mm.

Habitat: Orman zeminleri ve kayalık bölgelerde yaşarlar.

Genel Yayılış: Avrupa'dan Kore'ye kadar.

Türkiye'deki Yayılış: Tüm Türkiye



Şekil 34: *Metellina merianae* SCOPOLI, 1763 türüne ait fotoğraf ⁽⁶⁾

Famulya: Agelenidae,

Cins: *Tegenaria*,

4.2.2.3. Tür: *Tegenaria picta* SIMON, 1873

Tür Tanımı: Dişiler 6 – 7 mm, erkekler 5.5 – 6 mm vücut uzunluğuna sahiptir. Bacaklarda boyuna uzun kıllar ve 3 tarsal tırnak bulunur. Karapaks uzun ve göz bölgesinde daralmıştır. Fovea uzamıştır. Trichobotria'lar tarsinin sonuna doğru uzarlar.

Habitat: Karamlık alanlarda, yoğun vejetasyonlu alanlarda, odun yığınları arasında ve evlerin bodrumlarında yaşarlar.

Genel Yayılış: Avrupa, Rusya ve Kuzey Afrika.

Türkiye'deki Yayılış: Tüm Türkiye



Şekil 35: *Tegenaria picta* SIMON, 1873 türüne ait fotoğraf ⁽⁷⁾

Alttakım: Opisthothelae

Üstfamilya: Gnaphosoidea

Familya: Gnaphosidae

4.2.2.4. Tür: *Haplodrassus* sp.

Cins Tanımı: Toplam uzunluk 3-10 mm.'dir. Karapaks uzun ve oval şekillidir, oküler bölge daralmıştır, arkada açık önde koyu kahverenkdedir. Uzunlamasına torasik oluk vardır. Anteriyor gözler yuvarlak, posteriyor mediyan gözler düzensiz üçgenimsi şekilde, posteriyor lateral gözler oval. Lateral gözler arasında yaklaşık çapları kadar mesafe bulunur. Kelisera'da iki ya da üç promarjinal diş ve iki retromarjinal diş bulunur. Labium geniş ve üçgen şekillidir. Sternum yuvarlak şekilli ve kenarları kalınlaşmıştır. Bacaklar açık kahverengi, distal segmentler koyu renklidir. Epiginum'da anterior çıkıntılar mevcuttur ve büyük lateral kol çiftleri median bir bölmeyle ayrılmıştır. Spermateka kutikuladan belirgin bir şekilde ayrı değildir.



Şekil 36: *Haplodrassus* sp. türüne ait fotoğraf ⁽⁸⁾

Famlya: Pholcidae KOCH, 1850

Cins: *Pholcus* FUESSLIN, 1775

4.2.2.5. Tür: *Pholcus opilionoides* SCHRANK, 1781

Tür Tanımı: Abdomen tüp şeklinde, grimsi kahverengi renkte ve dorsalinde koyu noktalar bulunur. Sefalotoraks sarımsı kahve renktedir ve orta kısmı daha koyudur. Bacaklarda diken yoktur; ancak oldukça uzundur ve uzunlamasına ince tüyler görülür. Dişiler 8 – 10 mm, erkekler 7 – 9 mm dir.

Habitat: Soğuk iklimli bölgelerde sinantropik ısıtılmış alanlarda (ev, apartman vb.), ılıman iklimlerde mağaralar.

Genel Yayılış: Portekiz'den Rusya ortalarına kadar.

Türkiye'deki Yayılış: Batı Anadolu



Şekil 37: *Pholcus opilionoides* SCHRANK, 1781 türüne ait fotoğraf ⁽⁹⁾

4.2.3. Takım: Isopoda (Tespah Böcekleri)

Alem: Animalia,

Şube: Arthropoda,

Sınıf: Malacostraca,

Takım: Isopoda,

Familiya: Onicidae LATREILLE, 1802.

Cins: *Oniscus* LINNAEUS, 1758.

4.2.3.1. Tür: *Oniscus asellus* LINNAEUS, 1758

Tür Tanımı: Vücut uzunluğu 16mm yi geçmez. Vücut baş, toraks (pereion) ve abdomen pleon olmak üzere üç ana bölüme ayrılmıştır. Vücut üzerinde genellikle dağınık renk yamaları bulunur. Sucul habitatlarda yaşayanlar genellikle sarı – turuncu renktedir. Erginler parlak renkliken juveniller mat renklidir.

Habitat: Nemli birçok habitatta bulunabilir ancak daha çok orman altı yaprak döküntülerinde yaşarlar. Kuru ortamlardan kaçınırlar ve mağaraları nemli oldukları için tercih ederler.

Genel yayılış: Avrupa geneli ve Amerika kıtası.

Türkiye'deki yayılış: Akdeniz ve Ege'de sıklıkla görülür. Kıyı kesimleri ve tatlısu kaynaklarının yakınlarında da bulunurlar.



Şekil 38: *Oniscus asellus* LINNAEUS, 1758 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁰⁾

Familya: Porcellionidae,

Cins: *Porcellio* LATREILLE, 1804.

4.2.3.2. Tür: *Porcellio scaber* LATREILLE, 1804

Tür Tanımı: Vücut uzunluğu 17 - 20 milimetre uzunluğunda ve 6 – 7 mm genişliğindedir ve genellikle mat gri renklidir. Dorsal kısımda gözle görülen tüberküller mevcuttur. Alt kısım daha açık renktedir; sarı, kahverengi ve turuncu renkte de olabilir. Kuru iklimlerde yaşayabilmelerini sağlayan pseudoteka yapısı bulunur. Uropod'da endopod ve exopod bulunmaz.

Habitat: Birçok nemli habitatta yaşayabilir ancak ortam nemine O. Asellus kadar bağımlı değildir.

Genel yayılış: Orta ve Batı Avrupa, İngiltere, Kuzey Afrika, Kuzey Amerika.

Türkiye'deki yayılış: Batı Anadolu ve Trakya.



Şekil 39: *Porcellio scaber* LATREILLE, 1804 türüne ait fotoğraf ⁽¹¹⁾

Familiya: Cylisticidae,

4.2.3.3. Tür: *Cylisticus* sp.

Cins Tanımı: Vücut uzun-oval şekilde ve rahatsız edildiğinde top şeklini alabilir. Baş genellikle uzunluğunun iki katı genişliktedir ve anterior ucunda üç lob bulunur. Gözler küçük ve kompozit haldedir. Toraks segmentleri yaklaşık aynı boydadır, 6 abdomen segmenti de belirgin şekilde birbirinden ayrıdır. Bacaklar az çok birbirine benzer. Vücut açık kahverengi renktedir ve yanlarda sarı dalgalanmalar bulunur.

Habitat: Ağaç yığınları ve döküntüleri arasında, taşların altında ve nemli ortamlarda yaşarlar.

Genel yayılış: Orta ve Batı Avrupa, Birleşik Krallık, Kuzey Amerika.

Türkiye'deki yayılış: Anadolu ve Trakya.



Şekil 40: *Cylisticus* sp. türüne ait fotoğraf ⁽¹²⁾

4.2.4. Takım: Collembola (Kuyrukla Sıçrayanlar)

Alem: Animalia,

Şube: Arthropoda,

Sınıf: Entognatha,

Takım: Collembola,

Familya: Entomobryidae SCHÄFFER, 1896,

4.2.4.1. Tür: *Lepidocyrtus* sp.

Cins Tanımı: Anten 4 segmentlidir. Abdomenin 4. segmenti orta çizgiye göre 3. segmentin 2,5 katından daha uzundur. 6. Abdominal segmentte parmak şeklinde çıkıntı yoktur. Vücut pulları tektip değildir. Dental bazal apendiks mevcut değildir. Mukro iki dişlidir (bidentat).

Habitat: Yaprak döküntülerinin altı, mağaralar.

Genel yayılış: Orta Afrika çölleri hariç tüm dünya.

Türkiye'deki yayılış: Bilinmiyor.



Şekil 41: *Lepidocyrtus* sp. türüne ait fotoğraf ⁽¹³⁾

4.2.5. Takım: Orthoptera (Çekirgeler)

Alem: Animalia,

Şube: Arthropoda,

Sınıf: Insecta,

Takım: Orthoptera,

Alttakım: Ensifera,

Familya: Gryllidae,

4.2.5.1. Tür: *Discoptila* sp.

Cins Tanımı: Pronotum genel olarak baştan biraz daha geniştir ve özellikle ön ve arka sınırı kılımsıdır. Tegmina damarsız, apter, squamipterya da mikropter durumdadır; erkek genitaliasında genellikle ince dişli yapıda bir epiphallus bulunur; apexle sıkıştırılan ovipozitör genellikle gaga şeklindedir ve sivrice uzamıştır, ventral epifizler dorsaldekilerden daha kısadır. Genellikle açık toprakboyası (okra) ya da sarımsı kahverengi renktedir. (Harz, 1969)

Habitat:

Genel yayılış: Güney Avrupa, Kırima kadar Güneydoğu Avrupa ve Kuzey Afrika. (Harz, 1969)

Türkiye'deki yayılış: İstanbul, Adapazarı, Bursa, Balıkesir, Zonguldak, Muğla, Antalya.



Şekil 42: *Discoptila* sp. türüne ait fotoğraf ⁽¹⁴⁾

Cins: *Gryllomorpha*

4.2.5.2. Tür: *Gryllomorpha dalmatina* OCSKAY, 1832

Tür Tanımı: Kafa kahverengi kenarından kıvrılmış oksiputludur. Vertex ve alında, anten tabanlarının arasında belirsiz ya da çok az belirgin iki benek bulunur. Pronotum da dört adet rengi değişken olabilen kahverengi benekler vardır, bunlar ana renkte çapraz şekillere neden olur. Pronotum çoğunlukla küçük beneklidir, baş enine sarı kesitlenmiş tamamen kahverengi ya da aynı şekilde verteksten alın çıkıntısının apesine kadar boyuna kesitlenmiş kahverengi olabilir. Abdomen de farklılaşma gözlenebilir, koyu renkli hayvanlarda çok az açık renk vardır, bunlar tergumların arka kısmında üç kahverengi boyuna ve küçük benekler taşırlar, ayakları kahverengi benekli sarıdır. Epiprokt erkeklerde arka köşede yuvarlağımsı ve kalınlaşmıştır, dişilerde ise hemen hemen yarım daire şekilli yuvarlaktır. Gentilia erkekte çok gelişmiş ektoparamerli, epiphallus uzun distal çıkıntılıdır. Alt genital bölge erkeklerde büyük, apekte de basılmış ve ikiye ayrılmış, neredeyse körelmiş çıkıntılıdır. Bu dişilerde küçüktür ve apeks çok az yuvarlaklaşmıştır. Ovipositor farklı uzunluklarda keskin bir şekilde aşağı doğru bükülmüştür.

Habitat: Bodrum katlarında ve ağillarda, ayrıca mağara kovuklarında yaşarlar.

Genel Yayılış: Fransa, kuzeydoğu İspanya, Portekiz, İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Arnavutluk, Kırım, Abhazy'a'nın kıyıları, Kuzey Afrika. (Harz, 1969)

Türkiye'deki Yayılışı: İstanbul, Adapazarı, Bursa, Balıkesir, Batı ve Orta Anadolu.



Şekil 43: *Gryllomorpha dalmatina* OCSKAY, 1832 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁵⁾

4.2.6. Takım: Trichoptera (Evcikli Hayvanlar)

Sınıf: Insecta,

Takım: Trichoptera,

Familya: Limnephilidae,

Cins: *Micropterna* STEIN, 1874

4.2.6.1. Tür: *Micropterna sequax* MCLACHLAN, 1875

Tür tanımı: Ön kanat uzunluğu erkeklerde 15-16 mm, dişilerde 18 mm'dir. Kanat damarları oldukça belirgin haldedir. Kanat üzerinde belirgin kıllar vardır. Gözler büyük ve lateral konumludur. Eruciform tipte larva görülür.

Habitat: Sucul habitatlarda ve yakınlarında yaşarlar.

Genel Yayılış: Avrupa ve Kuzey Asya (Çin hariç)

Türkiye'deki Yayılışı: Marmara ve Trakya bölgesi



Şekil 44: *Micropterna sequax* MCLACHLAN, 1875 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁶⁾

Cins: *Stenophylax*

4.2.6.2. Tür: *Stenophylax meridionalis* MALICKY, 1982

Tür Tanımı: Vücut erkeklerde 13-18mm, dişilerde 20mm uzunluğundadır ve hafif metalik renktedir. Antenler kanatlar kadar uzundur ya da daha kısadır. Gözler lateral konumludur ve gelişmiştir. Eruciform tipte larva görülür. Larvada antenler gözlerle mandibul bazali arasındaki orta çizgide konumlanmıştır. Larvanın birinci tergiti tümseklidir.

Habitat: Sucul habitatlarda ve yakınlarında yaşarlar.

Genel Yayılış: Avrupa ve Kuzey Asya (Çin hariç)

Türkiye'deki Yayılışı: Marmara ve Trakya bölgesi



Şekil 45: *Stenophylax meridionalis* MCLACHLAN, 1875 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁷⁾

4.2.7. Takım: Diptera (Sinekler)

Sınıf: Insecta,

Takım: Diptera,

Familya: Limoniidae,

Cins: Limonia

4.2.7.1 Tür: *Limonia nubeculosa* ALEXANDER, 1929

Tür Tanımı: Vücut 13-14 mm kadardır. Toraksta dorsal sütür orta kısma kadar uzanır ve derince V şekillidir. Kanatlarda diskal hücre bulunur; ancak subapikal hücre bulunmaz. Ayrıca kapalı bir anal hücre de yoktur. Kosta tüm kanat boyunca uzanmaz. Subkosta belirgindir ve uç kısımda çatallanarak kostaya ve 1. damara bağlanır. 6. ve 7. damar mevcuttur. Kalipterin altı indirgenmiştir.

Habitat: Orman altı nemli bölge, kaya çatlakları, mağara alacakaranlık bölgesi.

Genel Yayılış: Tüm Palearktik

Türkiye'deki Yayılış: Tüm Türkiye



Şekil 46: *Limonia nubeculosa* ALEXANDER, 1929 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁸⁾

4.2.8. Takım: Coleoptera (Kıncanatlılar)

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Familya: Carabidae

Cins: *Laemostenus*

4.2.8.1. Tür: *Laemostenus punctatus* C. L. KOCH, 1836

Tür Tanımı: 13-18 mm boyunda, siyah böcekler. Gözler hafif belirgin ama çıkık değil. Elitra koyu mavi ve tüysüz. Pronotum siyah, bazalinde ve lateral kenarları boyunca derin noktalı. Elitrada bulunan strialar belirgin şekilde noktalı. Üyeler ve vücudun alt yüzü siyah, tarsuslar üstten tüysüz.

Habitat: Gölge ve karanlık bölgelerde, özellikle memeli oyuklarında ve yuvalarında yaşarlar. Predatör türlerdir.

Genel Yayılış: Güney Avrupa ve Balkanlarda yaşarlar.

Türkiye'deki Yayılışı: Batı Anadolu ve Trakya



Şekil 47: *Laemostenus punctatus* C. L. KOCH, 1836 türüne ait fotoğraf ⁽¹⁹⁾

Cins: Pterostichus

4.2.8.2. Tür: *Pterostichus longicollis* DUFTSCHMID, 1812

Tür Tanımı: 5-7 mm boyunda, kızıl kahve renkte böcekler. Pronotum bazali noktali. Scutellar seta yok. Elitral strialar sık noktali ve tüylü, elitra bazali kenarlı, 3. Elitral strialar arası bölgede apikal dörtte birlik bölgeye yerleşmiş bir dorsal seta bulunur. 4-6. abdomen segmentinin ventral yüzeyi yatay ş biçimde belirgin kenarlı. Üyeler kahverengi kırmızı renkte, arka tarsinin apikal segmenti ventrali setalı.

Habitat: Genellikle açık alanlarda, nemli bölgelerde ya da steplerde yaşayabilen predatör bir türdür.

Genel Yayılış: Tüm Palearktik

Türkiye'deki Yayılışı: Trakya, Batı ve Kuzey Anadolu



Şekil 48: *Pterostichus longicollis* DUFTSCHMID, 1812 türüne ait fotoğraf ⁽²⁰⁾

4.2.9. Takım: Lepidoptera (Kelebekler)

Sınıf: Insecta

Takım: Lepidoptera

Familya: Lymantriidae

Cins: *Lymantria*

4.2.9.1. Tür: *Lymantria dispar* (LINNAEUS, 1759)

Tür Tanımı: Erkek kelebeklerin kanat açıklığı 35-45 mm'dir. Genel olarak renkleri açık kahverengi olup ön kanatları üzerinde siyahımsı dalgalı 5 bant görülür. Arka kanatlar ön kanatlardan daha açık renkli ve düzdür. Vücutları abdomenin sonuna doğru inceler ve kirli sarı tüylerle kaplıdır. Antenleri iki taraflı tarağımsıdır. Dişi kelebeklerin kanat açıklıkları 55 – 65 mm'dir, vücutları daha dolgun yapılıdır, kirli sarı tüylerle kaplıdır ve abdomenin ucunda daha yoğun olan tüyler yumurtaların üzerini örtmede kullanılmaktadır. Kanatlar kirli beyaz renkte olup ön kanatta enine dalgalı bantlar bulunur. Antenler ipliğimsidir.

Habitat: Ormanlık alanlarda görülür, polifag bir bitki zararlısıdır.

Genel Yayılış: İsveç'in güneyinden itibaren Avrupa, Kuzey Afrika, Sibirya, Japonya, Çin'e kadar olan kuşak içersinde, Asya'da ve Amerika'da yayılmıştır.

Türkiye'deki Yayılışı: Türkiye'nin hemen hemen her yerinde mevcuttur.



Şekil 49: *Lymantria dispar* LINNAEUS, 1759 türüne ait fotoğraf ⁽²¹⁾

5) TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile ülkemizde son birkaç yıldır önemi farkedilen mağara fauna elemanlarının çalışılmasına ilişkin kapsamlı bilimsel ve metodolojik bir yöntem ortaya konulmuştur. Çalışmanın planlanması ve bölge seçimi, ekip oluşturulması, arazi ve laboratuvar çalışmaları gibi konular ele alındığında, ülkemizde daha önce yapılan ve yapılmakta olan çalışmalardan bazı farklılıklar barındırmaktadır. Çalışma ile bölgedeki birçok mağaranın ekolojik özellikleri tespit edilmiş ve fauna listeleri hazırlanmıştır. Bu özelliği ile daha önce yapılan ve tek bir gruba odaklanmış çalışmalardan yöntem ve içerik açısından daha kapsamlı bir çalışma ortaya konmuştur.

Karstik alanları ve dolayısıyla mağara potansiyeli bakımından çevresindeki ülkelere ve özellikle Avrupa kıtasına oranla oldukça zengin olan ülkemiz, bu konuda yapılan çalışma ve yayınlar açısından oldukça fakirdir. Bunun nedenlerinden en önemlisi ülkemiz mağaralarının bilimsel yöntemler kullanılarak araştırılması ve raporlanması ancak 20. yy. başlarında, yabancı araştırmacılar öncülüğünde başlamış olmasıdır. Avrupa ve Çin'de ise mağara canlılarının araştırılmasına dönük çalışmalar 17. yy. sonlarında başlamıştır.

5.1. Havran Mağarasının ve Diğer Mağaraların Biyospeleolojik Durumu

Havran mağarası, ilk iki arazi çalışması sonucunda hem tamamen haritalanmış hem de tüm yaşayan türlerden örnekler alınmıştır. Havran Mağarası, ortalama 20 derecelik sıcaklığa sahiptir ve bu nedenden dolayı sıcak mağara olarak nitelendirilebilir. Mağaranın içinde bulundurduğu fauna büyük oranda sıcaklığa bağlıdır. Fosilleşmiş; ancak su aktivitesinin devam ettiği Havran mağarasında sıcaklığın yüksek olmasının sonucu olarak mutlak nem oranı da % 95 seviyesindedir. Bu sıcaklığın ve nemin bir getirisi olarak mağara Avrupa'nın en yoğun yarasa popülasyonlarından birini barındırmaktaydı. Mağara faunasının temel organik madde kaynağı olan yarasa guanosu, Havran mağarasında yoğun omurgasız (başta Isopoda ve Gryllidae olmak üzere) popülasyonlarının gelişmesine olanak sağlamıştır.

Havran Mağarası, 20 Aralık 2009 tarihinde su tutmaya başlanan Havran Barajı göletinin suları altında kalmıştır. Yetersiz ve üstünkörü yapılan koruma çalışmaları

nedeniyle gerek yarasa komünitesi gerekse omurgasız türleri yok olmuştur. Elde bulunan biyolojik örnekler bu açıdan ayrıca önemlidir.

Koruma çalışmalarında yapılan en önemli hatalardan birisi yarasaların göç edebileceği alandaki mağaraların araştırması yapılmadan, Havran mağarası girişinin hemen üzerine yapay bir galeri açmak olmuştur. Bu galeri, ana mağaraya yaklaşık 3 metre çapında ve 80 metre yüksekliğinde bir şaftla bağlanmıştır. Daha sonrasında Havran mağarasının girişi tamamen kapatılıp yarasaların yukarıdaki galeriyi kullanacakları tahmin edilmiştir. Üstelik mağaranın koruma projesini yürüten komisyon, bu çalışmayı yaparken ne periyodik mağara iklimi ölçümleri gerçekleştirmiş ne de mağaradaki yarasaların mağarayı nasıl ve hangi periyotlarla kullandıkları hakkında bir çalışma gerçekleştirmiştir. Dolayısıyla, gerek sıcaklık ve nem değerleri gerekse morfolojik yapısı bakımından Havran mağarasıyla hiçbir şekilde benzeşmeyen bu galeride herhangi bir yarasa popülasyonuna rastlanmamıştır. Yoğun bir karasinek popülasyonunun görüldüğü galeri, 3 milyon TL tutarında bir israfa dönüşmüştür. Tüm bunlara ek olarak, açılan yapay galeri kamuoyu tarafından eleştiri yağmuruna tutulmuş, davalar açılmış ve tartışmalar yükselmiştir. Ayrıca ülkemiz, bu başarısızlık sonucunda, taraf olduğumuz uluslararası anlaşmalar doğrultusunda cezai yaptırımlarla karşı karşıya kalma durumundadır.

Basit bir araştırma ile bölgede yarasaların barınabileceği iki alternatif (Atina ve Kanlı Mağaraları) mağaranın bulunduğu tespit edilmiştir. Galeri inşaatı için harcanan kaynakların bölge mağaralarının ayrıntılı araştırması ve yarasa göçlerinin tespiti için kullanılması daha verimli bir yöntem olarak komisyona önerilmiştir.

Havran Mağarası, çalışılan diğer mağaralardan daha fazla sayıda türe, daha sıcak ve nemli iklim şartlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, iklim özellikleriyle tür sayısı arasında bağıntı olma olasılığını göstermektedir. Ayrıca mağaradaki yarasa popülasyonu da omurgasız çeşitlenmesinin ve popülasyon yoğunluğunun diğer önemli bir nedeni olarak görünmektedir.

Mağara morfolojisi de mağara biyoçeşitliliği açısından önemlidir. Düden konumlu dikey ve kısa mağaralar dış koşullardan etkilendiği için genellikle troglobit gelişimi için uygun değildir. Bu tip mağaralar daha çok trogloksen ve troglofil türlerin tercih

ettiği mağaralardır. Yatay konumlu yarı aktif ve sıcak mağaralar ise troglobit gelişimi için uygun mağaralardır.



Şekil 50: Girişi kapatılan Havran Mağarası'ndan bir görüntü

5.1.1. Sınıf: Gastropoda (Karından Bacaklılar)

Güney Marmara Bölgesi mağaralarındaki omurgasız faunasının tespitine yönelik gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, bölgenin malakofaunasına ait elde edilen veriler önem arz etmektedir. Zira mevcut literatürde, Anadolu'daki çok az sayıda mağaraya ait malakofaunal veriler bulunmaktadır (İnkaya Mağarası-Bursa, Gökgöl M.-Zonguldak, Zindan ve Pınargözü mağaraları-Isparta, İnsuyu M.-Burdur, Balatini M., Beyşehir-Konya, Karain ve Suluin mağaraları-Antalya, Narlıkuyu M., Silifke-Mersin) (SCHÜTT, 2005).

Çalışma kapsamında farklı mağaralardan toplanan ve teşhis edilen gastropod türlerinin habitat tercihlerine ve Anadolu'daki yayılış alanlarına ait elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda, bunların mevcut literatürdeki verileri destekler nitelikte oldukları tespit edilmiştir (RIEDEL, 1995; YILDIRIM VE ARK., 2004; SCHÜTT, 2005).

Dünya çapında 600'e yakın tür mağaralarda tespit edilmiştir (ROMERO 2009). Araştırma sahasındaki mağaralarda tespit edilen *Oxycilus* türleri troglafil gastropodlar olup, mağara koşullarına uyum sağlamakla birlikte mağara dışında da nemli bölgelerde, kayalıkların oyuklarında yaşamlarını sürdürebilmektedirler. *D. (P.) berytensis* ve *L. flavus*'un ise troglafil olduklarına ilişkin yayınlanmış bir bilgi bulunmamaktadır. Bu türler yaşamlarını çok nemli bölgelerde, ağaç kabuklarının üzerinde, orman tabanında dökülen yaprakların arasında, yosunların altında, sulak alanlara yakın yerlerde, dere ve çay kenarlarında, çeşmelerin çevresinde yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Çalışma kapsamında bu iki sümüklü böcek türünün de mağaralarda yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu türlerin herhangi bir gereksinim nedeniyle (beslenme, üreme, çevre koşullarındaki olumsuz dalgalanmalar) mağaraya girip girmediklerinin tespiti ise araştırılması gereken önemli bir konudur.

Çalışma kapsamında, Balıkesir *O. investigatus* için; Bursa *O. samius* ve *D. (P.) berytensis* ve *L. flavus* için "yeni lokalite" olarak tespit edilmiştir.

5.1.2. Takım: Araneae (Örümcekler)

Dünya genelinde tanımlanmış yaklaşık 100.000 araknid türünden yaklaşık 40.000'ini örümcekler oluşturur (Harvey 2002). Bine yakın araknid türü ise troglomorfik özellikler gösterir, daha da fazla tür toprak altı ve mağara ağızları gibi epigen habitatlarda yaşarlar. Mağarada yaşayan diğer arthropod türleri gibi örümcekler de gözsüz ve pigmentsizdirler, uzun ekstremitelere ve indirgenmiş solunum sistemine sahiptir. Ayrıca metabolizma hızları düşüktür, uzun yaşam döngülerine sahiptir ve az sayıda büyük yumurta bırakırlar (Kuntner ve ark., 1999; Jager, 2005; Miller, 2005). Predatör olmalarında dolayı besin piramidinde örümcekler en üst seviyede yer alırlar. Mağara örümcekleri, avları ne kadar büyük olursa olsun, her türlü besinle (örn. kurtçuklar, salyangozlar, larvalar, sinekler, toprak ve döküntüdeki fauna bileşenleri) beslenebilirler ve bu nedenle mağaralarda sıkça bulunurlar.

Bazı çalışmalar, mağara örümceklerinin hızlı bir evrimsel süreçten geçtiğini ortaya koymuştur (Hedin, 1997).

Çalışma kapsamında girilen mağaralarda, örümcek türleri genellikle birbirine yakın koloniler halinde yaşadıkları görülmüştür. Predatör grup olmalarından dolayı bu tip koloni birlikteliklerinin olduğu bölgelerde genellikle av konumundaki diğer türler de bulunmaktadır. *Meta menardi* türü örümcekler genellikle yumurta keseleriyle (kokon) birlikte görülmüştür. Bu nedenle mağaraları üreme ortamı olarak kullandıkları yani troglafil türler oldukları söylenebilir. *Meta menardi* türünün mağaralarda sık görülmesi, bu ortamları üreme ortamı olarak kullanmaları ve aynı zamanda predatör olarak beslenmeleri şeklinde açıklanabilir. Diğer türler genellikle dar boşluk ve çatlaklardan toplanmış ve yumurtalarına rastlanmamıştır.

Toplanan örümcek örnekleri habitat olarak tüm mağara bölgelerinde bulunmalarına karşın yoğun olarak alacakaranlık kuşağından toplanmıştır. Aktif olarak hareket etmeleri nedeniyle dış ortamla ilişkisini koparmamış, orada da geniş bir yayılım göstermiş ve gen akışını sürdürmüşlerdir. Bu nedenle zoocoğrafik açıdan önemli türler değildir.

5.1.3. Takım: Isopoda (Tespah Böcekleri)

Isopoda takımı üyelerinin önemli bir kısmı sucul olduğundan, hipogen türler genellikle deniz mağaralarında bulunmaktadır. Oniscidea üyeleri ise karasal türler olmakla birlikte yüksek oranda nemin olduğu mağaralarda bulunurlar. Mağara türleri göz körelmesi, pigmentasyonun azalması, ekstremiteler uzaması, doğurganlığın azalması, gelişimin ve metabolizmanın yavaşlaması gibi adaptasyonlar gösterirler. Avlanarak ya da leş yiyerek beslenirler (Rivera ve ark., 2002)

Havran Mağarasından tespit edilen *Oniscus asellus* bireyleri, epigen bireylere oranla daha açık renktedirler. Belli derecede depigmentasyona uğramaları, bu türün yüzey popülasyonu ile ilişkisinin kesildiğinin göstergesi olabilir. Dolayısıyla bu türün mağarada yaşayan bireyleri allopatrik türleşme mekanizmasıyla farklılaşma sürecine girmiş olabilirler.

Porcellio scaber ve *Cylisticus* sp. türleri ise girişe yakın bölgelerde yaşamaktadırlar. Vücutlarında renklenme olması ve büyük gözlere sahip olmaları nedeniyle epigen popülasyonla gen akışını korudukları sonucuna varılmaktadır.

5.1.4. Takım: Collembola (Kuyrukla Sıçrayanlar)

Boyları en fazla 8 mm olan bu ilkin böcekler, Antartica dahil tüm dünyada yaşamaktadırlar. Bilinen 7000 türden 400 kadarı ve 15 familyadan 9 tanesi hipogen habitatlarda yaşamaktadır. Bu familyalar: Cyphoderidae, Hypogastruridae, Isotomidae (Trajano, 2000), Entomobryidae (Christiansen ve Culver, 1987), Neelidae, Oncopoduridae, Onychiuridae, Sminthuridae ve Tomoceridae (Nicholas, 1960). Tropik bölgelerdeki mağaralarda daha fazla türün bulunduğu tahmin edilmektedir. Mağara ekosistemlerinde önemli bir biyokütleye sahiptirler. Hipogen türler, diğer eklembacaklıların aşağıda gösterdiği uyumsal farklılıkları gösterirler: göz körelmesi, pigmentasyonun azalması, ekstremite uzaması, doğurganlığın azalması, gelişimin ve metabolizmanın yavaşlaması. (Christiansen, 1965). Epigen türler daha çok topraktaki organik döküntülerle beslenirken hipogen türler genellikle guano üzerinden beslenirler. Guanobitik beslenen bu türler genellikle guano içindeki organik maddelerle ve mantarlarla beslenirler (Ferreira et al. 2007). Bu açıdan bakıldığında besin piramidinde birinci basamak tüketici olarak yer alırlar.

Çalışma kapsamında girilen Havran ve Mürüvetler mağaralarında *Lepidocyrtus* cinsine rastlanmıştır. Bu grubu çalışan uzman olmadığından dolayı örnekler ancak cins seviyesine kadar teşhis edilebilmiştir. Pigmentsiz olması ve gözlerinin küçük olmasından dolayı troglobit bir tür olma olasılığı yüksektir. Bu cinse ait türlerin önemli bir kısmının mağara gibi hipogen ortamlarda yaşadıkları bilinmektedir. Epigen türler genellikle gevşek toprak katmanlarında yaşarlar ve bazen günlük periyoda bağlı olarak toprak katmanlarının derinliklerine indikleri bilinmektedir (Christiansen ve Culver, 1987).

5.1.5. Takım: Orthoptera (Çekirgeler)

Tanımlanmış 20 çekirge familyasından üç tanesi (yaklaşık 250 tür ile) mağaralarda yaşamaktadır. Bunlar Gryllacrididae, Gryllidae ve Tettigoniidae familyalarıdır. Bazıları ileri derecede troglomorfik özellikler gösterir: kanatsızdırlar, göz gelişimi ve pigmentasyon indirgenmiştir. Mağarada buldukları zaman toplam biyokütlenin önemli bir kısmını oluşturular (Romero, 2007).

Çalışma kapsamında girilen mağaraların bazılarında *Gryllomorpha dalmatina* türü çekirgeye rastlanmıştır. Bu türler genellikle alacakaranlık ve tam karanlık bölgelerden toplanmıştır. Örnekleme sırasında çekirge nimflerine de rastlanmıştır; ancak popülasyona zarar vermemek açısından alınmamışlardır. Nimflerin bulunması bu türlerin üremek için mağaraları tercih ettiklerini yani troglöfil bir tür olduğunu göstermektedir. Ayrıca aktif hareket eden bir tür olduğu için hem karanlık bölgede hem girişe yakın bölgelerde bulunmaktadır. Havran Mağarasındaki sıcaklığın yüksek olmasından dolayı çekirgeler (ve diğer omurgasız türleri) daha etkin bir şekilde hareket edebildiklerinden mağaranın geneline yayılmışlardır.

Ilıman iklimdeki birçok mağara çekirgesi epigen ortamla günlük ya da mevsimsel olarak temas halindedir (Lavoie ve ark., 2007). Poulson ve ark. (1995)'te yaptıkları bir çalışmada mağara Gryllidae türlerinin gece dışarı çıkıp besin aradıkları ve dolayısıyla mağara ekosistemlerinde organik madde kaynağı oldukları ortaya konmuştur.

Havran Mağarasında tespit edilen *Discoptila* cinsine ait materyal açık renkli olması ve gözlerinin küçülmesiyle dikkat çekmektedir. Bu özelliklerinden dolayı troglöbit bir tür olma olasılığı yüksektir.

Çalışma kapsamında bulunan *Discoptila* cinsine ait örnekler, Türkiye'de bu grubu çalışan araştırmacı olmamasından dolayı teşhis edilememiş, yurtdışındaki ilgili araştırmacılarla iletişime geçilmiştir. Bu örnekler mağaranın karanlık kısmından toplandığı için yeni tür olma potansiyeli yüksektir.

5.1.6. Takım: Diptera (Sinekler)

110'dan fazla sinek familyasından en az 13 tanesi mağaralarda görülür: Chironomidae, Culcidae, Drosophilidae, Keroplatidae, Milichiidae, Muscidae, Mycetophilidae, Phoridae, Psychodidae, Sciaridae, Sphaeroceridae, Streblidae ve Tipulidae (Trajano, 2000). *Limonia* cinsi üyelerinin neredeyse tamamının troglöksen olduğu bilinmektedir. *Limonia nubeculosa* türü geniş bir yayılıma sahiptir ve çoğunlukla mağaraların alacakaranlık ve ön-karanlık bölgelerini tercih ederler. Belirgin bir troglömorfik adaptasyona sahip değildir ancak oransal olarak vücut biraz büyüktür.

Mağara duvarlarında görülen bu tür, mağara ortamını daha çok sabahları gün ışından korunmak için ve kışlama amaçlı kullanmaktadır. Bu sebeple mağaralarda sıklıkla görülmektedirler. Ayrıca bu tür, başta mağara örümcekleri olmak üzere birçok mağara canlısının besinini oluşturur.

5.1.7. Takım: Coleoptera (Kıncanatlılar)

Tanımlanmış 300.000'den fazla tür ile yaşayan organizmalar içinde en geniş gruptur (BRUSCA VE BRUSCA 1990). 100'den fazla familyanın en az 18 tanesi mağara ve yer altı habitatlarında yaşamaktadır.

Hipogen kıncanatlılar, geniş sıcaklık ve nem hoşgörü aralığına sahip olmalarından dolayı her türlü yer altı ortamına uyum sağlamıştır. Mağaralara genellikle beslenmek için girerler ve bu nedenle trogloksen türlerdir. Predatör olabilirler, guanoyla ya da üstündeki mantarla, bitkilerin kök ve odunsu parçalarıyla ve çürükçül olarak beslenebilirler.

Carabidae familyası kıncanatlılar içinde yaklaşık 150 cins ve 2000 tür ile temsil edilirler. Bu türlerin yarısından fazlası troglomorfik özellikler gösterir. Çoğunlukla predatör beslenirler ve neredeyse bütün küçük omurgasızlar potansiyel besinleridir. Ayrıca sıklıkla larva ve yumurta üzerinden de beslenirler. Hipogen Carabidae türleri Antartika hariç tüm kıtalarda bulunurlar (Nicholas, 1960; Barr, 1967; White, 1983; Peck, 1990, 1974; Griffith ve Poulson, 1993).

5.1.8. Takım: Lepidoptera (Kelebekler)

Dünyada tanımlanmış 90 kelebek familyasında en az üçünün mağaralarda yaşadığı ya da belirli periyotlarla kullandığı bilinmektedir. Bunlar; Lyonetiidae (Peck 1974), Nocturidae ve Tineidae (Trajano 2000). Lymantriidae familyası üyelerinin mağaralarda bulduklarına dair bir çalışma bulunmamaktadır. Buna karşın, Peynirkuyu ve Gavurini mağaralarının giriş kısımlarına yakın bölgelerde görülen *Lymantria dispar* türü kelebeklerin mağaraları korunma amaçlı kullandıkları tespit edilmiştir. Korunma amaçlı mağaraları tercih etmelerinden dolayı besin zincirinde aktif rol oynamazlar. Bu tür ayrıca, başta meşe olmak üzere birçok yapraklı ağaçta zararlıdır. Ayrıca bazı *Pinus* türlerinde de zararlıdır.

5.1.9. Takım: Trichoptera (Evcikli Hayvanlar)

34 familyadan en az dördü mağaralarda görülmektedir: Hydropsychidae, Leptoceridae, Philopotamidae ve Limnephilidae (TRAJANO 2000; CIANFICCONI VE ARK. 2001). Bu gruplardan Hydropsychidae daha çok güney yarım kürede, Limnephilidae ise kuzey yarım kürede yaygındır. Çalışma kapsamında bulunan türler Güney Avrupa'da yaygın olan gececil türlerdir. Mağaraları ve diğer hipogen ortamları daha çok gündüzleri ve kış mevsimi diapoz için tercih ederler. Larvaları sucul olduğu için durgun ya da akarsulara ihtiyaç duyarlar. Türlerin bulunduğu mağaralarda akarsulara rastlanmasa da yüzey sularının içeri sızmasıyla oluşan su birikintileri ve su akımları mevcuttur. *Micropterna sequax* ve *Stenophylax meridionalis* türlerinin mağaralarda ürediklerine ilişkin bilgi bulunmamaktadır. Buna karşın mağaraların karanlık bölümlerinde bulunmaları, hayat döngülerinin önemli bir kısmını mağarada geçirdiklerinin göstergesidir. Gerek çalışma kapsamında bulunan türlerin gerekse diğer Limnephilidae üyelerinin mağaralarla olan ilişkisi oldukça belirsizdir. Bu grubun mağaralarla olan ilişkisini aydınlatmak için hem mağarada hem de mağara dışında kapsamlı ve uzun soluklu çalışma yürütmek gerekmektedir.

5.2. Sonuç

Yapılan bu çalışma sonucunda Güney Marmara bölgesindeki 18 farklı mağaraya girilmiştir. Bu mağaralardan 9 takıma ve 16 familyaya ait toplam 21 farklı tür tespit edilmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu bu mağaraların sıcaklık ve nem gibi verileri kaydedilmiştir. Ayrıca haritalanmamış mağaraların (Havran M., Atina M., Delikkaya M., Kanlı M. ve Kayapa M.) haritaları çıkarılmış, haritaları varolan mağaraların haritaları sayısallaştırılıp bilgisayar ortamına aktarılmış ve örneklerin toplandığı yerler harita üzerinde işaretlenmiştir.

İnceleme sonucu 4 tür için yeni lokalite ve yeni tür olma olasılığı olan 5 tür bulunmuştur. Mağaraların hidrolojik yapısı gereği akarsu ve göllere, dolayısıyla sucul omurgasızlara rastlanmamıştır. Tanımlanamayan türlerin yurdumuzda çalışan uzmanı olmadığı için cins düzeyinde verilmiş olup teşhisleri için gerekli görüşmeler yapılmaktadır.

Çalışılan mağaralardaki türler, epigen habitatla ilişkilerini sürdürdüklerinden gen akışı korunmaktadır. Bunun sonucu olarak yüzey türlerden morfolojik bir farklılaşma göstermemektedirler ve dolayısıyla zoocoğrafik veri sunmamaktadırlar.

Ayrıca bu çalışma, ileride bölgedeki mağaralarda yapılacak araştırmalara da bilimsel bir zemin oluşturmaktadır. Ülkemizde kapsam ve bilimsel nitelik bakımından benzer bir çalışmanın neredeyse hiç olmaması da çalışmanın özgün bilimsel değerini ortaya koymaktadır.

Bu ve buna benzer çalışmalar sonucu ülkemiz mağara fauna ve florasının ayrıntılı incelenmesiyle biyolojik zenginliğimiz ile ilgili daha fazla bilgi birikimi oluşturulmuştur. Ayrıca mağara fauna elemanlarının bilinmesiyle birlikte bilinçsiz mağara turizmi faaliyetlerinin önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Argano R. & Pesce G. L., 1980, A Cirolanid from subterranean waters of Turkey (Crustacea, Isopoda, Flabellifera). *Rev. suisse Zool.* 87, 2: 439-444, 4 fig., rés., 6 réf.
- Balık, S., M. R. Ustaoglu, M. Özbek, A. Taşdemir, E. T. Topkara. 2002. Pre-study about aquatic fauna of Yelkopru Cave (Dikili, Izmir) and its environment, (in Turkish). *E.Ü. Su Ürünleri Derg.*, 19 (1-2): 221-225.
- Barr, T. C., 1962, The blind beetles of Mammoth Cave, Kentucky, *American Midland Naturalist.* 68, 278–84.
- Barr, T. C., 1966, Evolution of cave biology in the United States, 1822–1965. *National Speleological Society Bulletin.* 28, 15–21.
- Barr, T. C., 1967, Observations on the ecology of caves, *The American Naturalist.* 101, 475–91.
- Barr, T. C., 1986, Mammoth Cave in the years 1836–1855, *Journal of Spelean History.* 20, 39–40.
- Barr, T. C. & J. R. Holsinger, 1985, Speciation of cave faunas, *Annual Review of Ecology and Systematics.* 16, 313–37.
- Başar M., 1971, Bazı mağara canlıları ve bunlardan mağara özelliklerinin çıkarılması. *Jeomorfoloji Dergisi* 3, 3: 87-107.
- Brignoli (P. M.), 1978. [Spiders from Turkey V. New or interesting cave-dwelling and epigeous species of different families (Araneae)]. *Ragni di Turchia V. Specie nuove o interessanti, cavernicole ed epigee, di varie famiglie (Araneae).* *Rev. suisse Zool.* 85, 3: 461-541, abs., 138 fig.
- Brusca, R. C. & G. J. Brusca. 1990. *Invertebrates.* Sunderland, MA: Sinauer.
- Chapman, P., (1985) Cave frequenting vertebrates in the Gunung Mulu Nat.Park. *SMJ* 34(55)101-113.
- Chevaldonné, P. & C. Lejeune., 2003, Regional warming-induced species shift in north-west Mediterranean marine caves, *Ecology Letters.* 6, 371–9.
- Chopard, L., 1928, Sur une gravure d'insecte de l'époque magdalénienne, *Comptes Rendus de la Société de Biogéographie.* 5, 64–7.
- Christian, E, 2005, Palpigradi (micro-whipscorpions), arachnids in a lightless world, *Denisia.* 2004 (12), 473–83.
- Christiansen, K. A., 1962, Proposition pour la classification des animaux cavernicoles, *Spelunca Memoires.* 2, 76–8.

- Christiansen, K. A., 1965, Behavior and form in the evolution of cave Collembola, *Evolution*. 19, 529–37.
- Christiansen, K. A., 1965, Behavior and form in the evolution of cave Collembola, *Evolution*. 19:529–37.
- Christiansen, K. ve Culver D., 1987, Biogeography and the distribution of cave Collembola, *Journal of Biogeography*. 14, 459–77.
- Christiansen, K. A., 1992, Biological processes in space and time, Cave life in the light of modern evolutionary theory, *The Natural History of Biospeleology*. 453–78.
- Culver, D. C., T. C. Kane & D. W. Fong. 1995. *Adaptation and Natural Selection in Caves. The Evolution of Gammarus minus*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Darwin, C., 1861, *On the Origin of the Species by Means of Natural Selection* (3rd edn.) London.
- Demirsoy, A., 2007, *Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası*, Meteksan, Ankara.
- Demirsoy, A., 1990, *Yaşamın Temel Kuralları* (Cilt 2, Kısım 1), Meteksan, Ankara.
- Demirsoy, A., 1990, *Yaşamın Temel Kuralları* (Cilt 2, Kısım 2), Meteksan, Ankara.
- Dobzhansky, T., 1973, Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution, *American Biology Teacher*. 35, 125-129.
- Eberhard, S. and Spate, A., 1995 *Cave invertebrate survey: toward an atlas of NSW cave fauna*. Report to the Department of Urban Affairs and Planning and the Australian Heritage Commission, Canberra.
- Fenolio, D. B., G. O. Graening, B. A. Collier & J. F. Stout, 2005a, Coprophagy in a cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses, *Proceedings of the Royal Society*. 273, 439–43.
- Fenolio, D. B., G. O. Graening & J. F. Stout, 2005b, Seasonal movement patterns of pickerel frogs (*Rana palustris*) in an Ozark cave and trophic implications supported by stable isotope evidence. *Southwestern Naturalist*. 50, 385–9.
- Ferreira, R., Prous, X. ve Martins, R. P, 2007, Structure of bat guano communities in a dry Brazilian cave, *Tropical Zoology*. 20, 55–74.
- Griffith, D. M., & Poulson, T. L., 1993, Mechanisms and consequences of intraspecific competition in a carabid cave beetle. *Ecology* 74:1373–83.
- Harvey, M. S., 2002. The neglected cousins: what do we know about the smaller arachnid orders? *Journal of Arachnology* 30:357–72.

- Hedin, M. C. 1997. Speciation history in a diverse clade of habitat-specialized spiders (Araneae: Nesticidae: Nesticus): inferences from geographic-based sampling. *Evolution* 51:1929–45.
- Holsinger, J. R., 2000, Ecological derivation, colonization, and speciation, pp. 399–415 in: H. Wilkens, D. C. Culver & W. F. Humphries (eds.) *Subterranean Ecosystems*, Amsterdam. Elsevier.
- Howarth, F. G., 1972, Cavernicoles in lava tubes on the Island of Hawaii, *Science*. 175, 325-326.
- Howarth, F. G. 1973. The cavernicolous fauna of Hawaiian lava tubes. Introduction. *Pacific Insects*. 15, 139–51.
- Howarth, F. G., 1981, Non-relictual terrestrial troglobites in the tropic Hawaiian caves. *Proceedings of the 8th International Speleological Congress of Speleology*. 2, 539–541.
- Howarth, F. G., 1983, Ecology of cave arthropods, *Annual Review of Entomology*. 28, 365–89.
- Howarth, F. G., 1986, The tropical cave environment and the evolution of troglobites. - *Proc. 9th Cong. Int. Speleology, Barcelona*. 2, 153-155.
- Howarth, F. G., 1987, The evolution of non-relictual tropical troglobites, *Int. J. Speleol. Bologna*. 16, 1-16.
- Howarth, F. G., 1988, Environmental ecology of North Queensland Caves: Why there are so many troglobites in Australia, *The 17th Australian Speleological Federation Biennial Conference, TROPICON*. 77-84.
- Howarth, F.G. & F.D. Stone. 1990. Elevated carbon dioxide levels in Bayliss Cave, Australia: implications for the evolution of obligate cave species. *Pacific Science* 44: 207-18.
- Howarth, F. G., 1993, High-stress subterranean habitats and evolutionary change in cave-inhabiting arthropods, *Amer. Nat.* 142, 65-77.
- Howarth, F. G. & Hoch, H., 2005, Adaptive shifts. In: Culver, D. C. & White, W. B., ed.: *Encyclopedia of caves*, Elsevier Academic Press, Amsterdam. 17-24.
- Jager, P. 2005. New large-sized cave-dwelling Heteropoda species from Asia, with notes on their relationships (Araneae: Sparassidae: Heteropodinae). *Revue Suisse de Zoologie* 112:87–114.
- Jennings, J. N., 1982, Karst of northeastern Queensland reconsidered, *Tower Karst*. 4, 13-52, Chillagoe.
- Juberthie, C., M. Bouillon & B. Delay. 1981. Sur l'existence du milieu souterrain superficiel en zone calcaire. *Mémoires de Biospéologie* 8:77–93.

- Kemp, E. M., 1978, Tertiary climatic and vegetation history of the Southeast Indian Ocean region, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam. 24, 169-208.
- Kuntner, M., B. Sket & A. Blejec. 1999. A comparison of the respiratory systems in some cave and surface species of spiders (Araneae, Dysderidae). *Journal of Arachnology* 27:142–8.
- Lavoie, K. H., K. L. Helf & T. L. Poulson, 2007, The biology and ecology of North American cave crickets, *Journal of Cave and Karst Studies*. 69, 114–34.
- Leys, R., C. H. S. Watts, S. J. B. Cooper & W. F. Humphreys, 2003, Evolution of subterranean diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporini, Bidessini) in the arid zone of Australia, *Evolution*. 57, 2819–34.
- Manhert V., 1979. Pseudoskorpione (Arachnida) aus höhlen der Türkei und des Kaukasus. *Rv. suisse Zoo*. 86, 1: 259-266.
- Mayr, E., 1954, Change of genetic environment and evolution, In: Huxley, J., Hardy, A. C. & Ford, E. B., ed., *Evolution as a process*, Allen & Unwin, London. 157-180.
- Mayr, E., 1982. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*, Cambridge, MA. Belknap Press.
- McPeck, M. A., 1995, Morphological evolution mediated by behavior in the damselflies of two communities. *Evolution*. 49, 749–769.
- Miller, J. A., 2005. Cave adaptation in the spider genus *Anthrobia* (Araneae, Linyphiidae, Erigoninae). *Zoologica Scripta* 34:565–92.
- Minelli, A. 1978. “*Dina vignai*” n.sp., A New Cave Leech From Turkey (Hirudinea, Erpobdellidae). *Quaderni Di Speleologia, Circolo Speleologico Romano* 3:9-14.
- Nazik, L., Türk K., Özel E., Mengi H., Aksoy B., 1997, Güney Marmara Bölgesinin (Balıkesir, Bursa ve Bilecik) Doğal Mağaraları, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, MTA. 256 s.
- Nazik, L., 2005, Mağara nedir? Nasıl oluşur?, Ulusal Mağara Günleri Sempozyumu, Beyşehir-Konya, 2005. 1 s.
- Nicholas, G., 1960, Checklist of macroscopic troglobitic organisms of the United States, *American Midland Naturalist*. 64, 123–60.
- Peck, S. B. 1974. The invertebrate fauna of tropical American caves, part II: Puerto Rico, an ecological and zoogeographic analysis. *Biotropica* 6:14–31.
- Peck, S. B., 1990, Eyeless arthropods of the Galapagos Islands, Ecuador: composition and origin of the cryptozoic fauna of a young, tropical, oceanic archipelago. *Biotropica* 22:366–81.

- Pesce G. L. ve Galassi N., 1990, Netherlands biospeleological explorations in Turkey, 2 [= 4]. First records of the family Microparasellidae in Turkey, and description of two new species of the genus *Microcharon* Karaman (Crustacea, Isopoda, Janiroidea, 1990). *Stygologia* 5, 3: 173-181.
- Notemboom G., 1987, Netherlands biospeleological explorations in Turkey, 1. List of stations visited during the 1987 biospeleological expedition: 15 p.
- Remane, R. & Hoch, H., 1988, Cave-dwelling Fulgoroidea (Homoptera Auchenorrhyncha) from the Canary Islands, *J. Nat. Hist., London.* 22, 403-412.
- Riedel, A., 1995, Zonitidae sensu lato (Gastropoda, Stylommatophora) der Türkei. Übersicht der Arten. *Fragmenta Faunistica*, 38 (1), 1-86, Warszawa.
- Rivera M.A., Howarth F.G., Taiti S., Roderick G.K., 2002, Evolution in Hawaiian cave-adapted isopods (Oniscidea: Philosciidae): vicariant speciation or adaptive shifts?, *Mol Phylogenet Evol.* 2002 Oct. 25(1):1-9.
- Romero, A., S. M. Green, 2005, The end of regressive evolution: examining and interpreting the evidence from cave fishes, *Journal of Fish Biology.* 67, 3–32.
- Romero, A., S. M. Green, A. Romero, M. M. Lelonek & K. C. Stropnick. 2003. One eye but no vision: troglomorphic *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) with induced eyes do not respond to light. *Journal of Experimental Zoology (Molecular and Developmental Evolution)* 300B:72–9.
- Romero, A., 2000, Jacques Besson, cave eels and other alleged European fishes, *Journal of Spelean History.* 34, 72–7.
- Romero, A., & K. M. Paulson, 2001a. It's a wonderful hypogean life: a guide to the troglomorphic fishes of the world, *Environmental Biology of Fishes.* 62:13–41.
- Romero, A., & K. M. Paulson, 2001b, Scales not necessary: the evolution of scalelessness among troglomorphic fishes, p.114, in: Program Book and Abstracts. Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists. 81st Annual Meeting of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists. State College, Pennsylvania, July 5–10, 2001.
- Romero, A. & K. M. Paulson, 2001c, Unparalleled evolution: blindness, depigmentation, and scalelessness do not run hand in hand among troglomorphic fishes, p. 64, in: 2001 NSS Convention. A Cave Odyssey. July 23–27, 2001.
- Romero, A., 2009, *Cave Biology: Life in Darkness*, Cambridge University Press. 291s.
- Russo C. D., Rampini M. ve Landeck I., 2006, A new species of Dolichopoda (Orthoptera, Raphidophoridae) from caves of Southern Turkey, *Fragmenta Entomologica.* Roma 38:7–14.

- Russo C. D., Rampini M. ve Landeck I., 2007, The cave crickets of northeast Turkey and Transcaucasian regions, with descriptions of two new species of the genera *Dolichopoda* and *Troglophilus* (Orthoptera, Rhaphidophoridae). *Journal of Orthoptera Research* 16(1):67-76.
- Sbordoni, V., 1982, Advances in speciation of cave animals. In: Barigozzi, C., ed.: *Mechanisms of speciation*, Liss. 219-240.
- Schütt, H., 2005, *Turkish Land Snails 1758–2005*. 4th, revised and enlarged edition, Verlag Natur & Wissenschaft Solingen, 559 p.
- Sket, B., 1986, Why all cave animals do not look alike – A discussion on adaptive value of reduction processes, *NSS Bulletin*. 47, 78-85, Huntsville.
- Stone, F. D., 2004, Blattodea in the genus *Nocticola* from Australian cave & surface habitats. In: LaSalle, J., Patten, M. & Zalucki, M., eds.: *Entomology – Strength in Diversity*. (XXXXII International Congress of Entomology, Brisbane 2004) - Austr. Entomol. Soc.
- Trajano, E., 2000, Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: composition, ecology, and conservation, *Biotropica*. 37, 882–93.
- Wcislo W. T., 1989, Behavioral environments and evolutionary change, *Annual Review of Ecology and Systematics*. 20, 137-169.
- Weaver J.E., Sommers R.A., 1969, Life history and habits of the short-tailed cricket, *Anurogryllus mutticus*, in central Louisiana, *Annals of the Entomological Society of America*. 62, 337-342.
- Weissmann M. J., Clement L. P., Kondratieff B. C., 1993, *Insects and Other Arthropods of Great Sand Dunes National Monument*, Southwestern Parks and Monuments Association.
- Weissmann M. J., 1997, Natural History of the Giant Sand Treader Camel Cricket, *Daihinibaenetes giganteus* Tinkham (Orthoptera: Rhaphidophoridae), *J. Orthoptera Res. Nov.* 1997. 6, pp. 33-48
- West M. J., Alexander R. D., 1963, Sub-social behavior in a burrowing cricket *Anurogryllus miuticus* (DeGeer) (Orthoptera: Gryllidae), *The Ohio Journal of Science*. 63, 19-24.
- White, R. E., 1983, *A Field Guide to the Beetles*. Boston, MA: Houghton Mifflin. www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/koval3.htm, accessed April 2005.
- Whitehead F. E. , Miner F. D., 1944, The biology and control of the camel cricket *Daihinia brevipes*, *Journal of Economic Entomology*. 37, 573-581.
- Wulker W., 1964, Parasite induced changes of internal and external sex characters in insects, *Experimental Parasitology*. 15, 561-597.

- Vigna T. A., 1978, I Trechini cavernicoli di Turchia (Coleoptera, Carabidae). In "Fauna ipogea di Turchia". Quad. Speleol. Circolo Speleol. Romano 3.
- Vigna T. A., 1988, A new cave Amphipod of the Hadziid group from Turkey (Crustacea, Amphipoda, Melitidae). Boll. Mus. civ. St. nat. Verona 14(1987): 439-452, abs., kw, rias., pc, 37 fig., 27 réf.
- Yamaç M. ve ark, 2007, Mağaralardan Streptomyces cinsi bakterilerin izolasyonu ve polifazik taksonomisi, Mart 2007, TÜBİTAK, Proje No: TBAG-2338 (103T149). 125 sf.
- Yıldırım MZ, Kebapçı Ü (2004) Slugs (Gastropoda: Pulmonata) of the Lakes Region (Göller Bölgesi) in Turkey. Turkish Journal of Zoology. 28, 155–160.
- Zimmerman, E. C., 1948, Insects of Hawaii. A manual of the insects of the Hawaiian Islands, including an enumeration of the species and notes on their origin, distribution, hosts, parasites, etc., Homoptera: Auchenorrhyncha, University of Hawaii Press. 4, p. 268.

Dipnotlar

- (*) Her olay, oluş ve sürece bir nihai amaç atfeden, evrende amaçsız hiçbir şey olmayacağını savunan, her şeye bir amaçlılık yükleyen yaklaşım.
- (**) Toplumun bir organizma veya canlı bir varlık gibi işlediği inancı.
- (1) <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/picture?id=5176>
- (2) <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1419>
- (3) <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=348>
- (4) <http://en.wikipedia.org/wiki/Deroceras>
- (5) Emrah ÖZEL, Havran M., 2009
- (6) <http://www.naturephoto-cz.eu/metellina-merianae-picture-5829.html>
- (7) <http://pagesperso-orange.fr/watanuki/tegdes.htm>
- (8) <http://www.edderkopper.net/Gnaphosidae.html>
- (9) <http://www.eol.org/pages/1183591>
- (10) Emrah ÖZEL, Havran M., 2009
- (11) http://en.wikipedia.org/wiki/Porcellio_scaber
- (12) <http://bugguide.net/node/view/173514/bgpape>
- (13) Emrah ÖZEL, Havran M., 2009
- (14) Emrah ÖZEL, Havran M., 2009
- (15) <http://www.entomart.be/nouveaux/NEO-0244-Gryllomorphadalmatina.jpg>
- (16) <http://www.commanster.eu/commanster/Insects/Caddisflies/ACaddisflies/Micropterna.sequax.html>
- (17) http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/classification/Stenophylax_meridiorientalis.html
- (18) http://digilander.libero.it/enrlana/e_linu.htm
- (19) www.eurocarabidae.de/?v=photo&filter=picx&s=50&owp=1&tribus=Sphodrini
- (20) <http://www.kerbtier.de/cgi-bin/enUpdate.cgi?UD=2008-08-02>
- (21) <http://www.entomart.be/nouveaux/NEO-0299-Lymantridispar.jpg>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emrah ÖZEL

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1982

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu : Yüksek Lisans
Hacettepe Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü

Lise : Mehmet Emin Resulzade Anadolu Lisesi
(1996 – 1999)

Lisans : Hacettepe Üni., Fen Fak., Biyoloji Böl., Ankara
(2001 – 2007)

Yabancı Dil : İngilizce