

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAĞARALARDAKİ DAMLATAŞ SULARININ
HİDROJEOKİMYA ve KLİMATOLOJİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Tamer TAŞDELEN

Danışman:
Doç. Dr. Alper BABA

Ocak, 2009
ÇANAKKALE

MAĞARALARDAKİ DAMLATAŞ SULARININ HİDROJEOKİMYA VE KLİMATOLOJİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tamer TAŞDELEN

Danışman:

Doç. Dr. Alper BABA

Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ

Ocak, 2009

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Tamer TAŞDELEN tarafından **Doç. Dr. Alper BABA** yönetiminde hazırlanan “**Mağaralardaki Damlatış Sularının Hidrojeokimya ve Klimatoloji Açısından Değerlendirilmesi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Alper BABA

Yönetici

Yrd. Doç. Dr. Onur ÖZBEK

Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi:...../...../.....

Prof. Dr. Neşet AYDIN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bir yüksek lisans tezi olan bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde, Doç.Dr. Alper BABA yönetiminde hazırlanmıştır. Çalışma konumun seçiminde ve çalışmalarımın tüm aşamalarında desteklerinden dolayı danışman hocalarım sayın Doç. Dr. Alper BABA ve Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca tez konuyla ilgiliengin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve adeta 3. danışman hocam pozisyonundaki değerli hocam sayın Yrd.Doç.Dr. Onur ÖZBEK'e, yaptığı faydalı katkı ve eleştirilerinden dolayı sayın Yrd.Doç.Dr. Hasan Göksel ÖZDİLEK'e çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Kurulu tarafından yine aynı isimli "Mağaralardaki Damlataş Sularının Hidrojeokimya ve Klimatolojisi Açısından İncelenmesi" isimli 2007/27 no'lu proje ile desteklenmiştir. Bu fırsatı bana sağlayan sayın danışman hocalarıma ve Bilimsel Araştırma Projeleri Kuruluna tekrar teşekkür ederim.

Çalışmam esnasında her türlü sorunumu paylaştığım, benden bilgilerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan tüm Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarım sırasında bana eşlik eden ve yardımcı olan, binlerce kilometre yolu yılmadan ve yorulmadan benimle kat eden, acı tatlı bir çok anımı paylaştığım çok değerli arkadaşlarım, Coğrafya bölümünden sayın Gökhan ALTAN, arkeolog Kaan ÖZDEMİR ve Barış ASLAN, jeoloji mühendisi Murat ÖZSOY, makine mühendisi Mustafa Ersin EKREM'e olağanüstü gayretlerinden, özverilerinden ve sabırlarından dolayı teşekkür ederim.

Arazi alışmaları sırasında desteğini esirgemeyen konaklama ve yardımlarından dolayı amarası Köyü muhtarı sayın Ahmet SEVİM ve kardeşi Cengiz SEVİM, Gökçeler Köyü muhtarı sayın Mustafa YORAN, Sariidris Belediye Başkanı sayın Ramazan PALA ve Jandarma Komutanı Ast. Halil İbrahim AKPINAR, amlık Kasabası Belediye Başkanı sayın Bayram YAZAR ve belediye görevlisi Kadir SÜLÜN'e, araç ve teknik desteğiyle daima yardımcı olan değerli abim Cesim SUSEM'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım aşamasında bana her türlü yorum ve katkılarını esirgemeyen jeoloji mühendisi arkadaşlarım, Deniz şANLIYKSEL, Fatma şENGNALP, Oya TÜRKDÖNMEZ, Mustafa AVCIOğLU, İ. Onur TUNÇ, Cüneyt BİRCAN, ağlar AYTEPE, coğrafyacı Muhammed Zeynel ÖZTÜRK, Zahide ACAR ve tabi ki değerli hocam Ozan DENİZ'e teşekkür ederim.

Benim bu günlere gelmemi sağlayan, hayatımın mimarları, tezimin ve hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, sabırla benim kararlarıma saygı duyan ve hep benim yanımda olan değerli aileme teşekkür ederim.

Tamer TAşDELEN

SİMGE VE KISALTMALAR

δ	İzotop derişiminin V-SMOW (vienna Standart Mean Ocean Water)'dan sapma miktarı
^2H	Döteryum
^3H	Tritiyum
^{18}O	Oksijen-18
EC	Elektriksel iletkenlik
$\mu\text{S/cm}$	Mikrosiemens/santimetre
meq/l	Miliekivelan/litre
mg/l	Miligram/litre
ppm	Part per milion (milyonda bir kısım)
r	Korelasyon katsayısı
SI	Doygunluk indeksi
TU	Tritiyum birimi
SAR	Sodyum absorpsiyon oranı
DMİ	Devlet Meteoroloji İstasyonu
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik ve Arama
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
YGİ	Yağış gözlem istasyonu

ÖZ

Türkiye'nin farklı karst tiplerinin gözleendiği Konya Kapalı Havzası ile Batı Toros Karst Kuşağında hâkim olan çevresel koşulların, günümüzde oluşumu devam eden mağara damlataşlarının morfolojik, mineralojik yapısı ile katı ve sıvı fazların fizikokimyasal özelliklerine etkilerinin araştırılması sunulan tez projesinin konusunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada, farklı disiplinlerden gelen araştırma konuları kullanılarak kimyasal ve fiziksel analiz yöntemleriyle yer kabuğunun ve onun içerisinde yer alan büyük boşlukları oluşturan mağaralar ve onlardan elde edilen örnekler ele alınmıştır.

Mağara tavanlarından süzülen suların oluşturduğu damlataşları, mağaraların fiziksel, kimyasal, izotopik, mineralojik, kristallografik özelliklerini ve ayrıca mağaraların iklimi hakkında bize bilgiler verirler. Bu çalışmada Güneybatı Anadolu'da bulunan Sırtlanini (AYDIN), Gökçeler (MUĞLA), İnönü (ISPARTA) ve Dede Tarlası (KONYA) mağaraları jeolojik ve klimatolojik unsurlar bakımından incelenmiştir. İncelenen mağaralar Batı Anadolu Karst Kuşağı içerisindeki Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarında gelişmişlerdir. Her bir mağara bulunduğu kayaç kütledeki kırık ve çatlak sistemlerine paralel gelişmiştir ve mağaraların gelişiminde bu çatlak ve kırık sistemlerinden süzülen sular büyük rol oynarlar.

Kırık ve çatlak sistemlerinden süzülen, mağaralardaki damlataşları oluşturan bu sulardan elde edilen analiz sonuçlarına ve aynı bölgedeki meteoroloji istasyonlarının geçmişe yönelik kayıtlarının karşılaştırılması sonucunda, geçmişten günümüze Güneybatı Anadolu'da artan bir sıcaklık ve azalan bir yağış eğilimine bağlı olarak gelişen kuraklık koşullarından bahsedebiliriz. Bu sayede geçmişteki iklimsel değişim grafikleri ve bunların etkileri belirlenerek, günümüzdeki iklimsel değişimlerim nedeni anlaşılmasına çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler : Mağara, damlataş suyu, klimatoloji, hidrojeokimya, paleoklimatoloji,.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Kurulu tarafından 2007/27 no'lu proje ile desteklenmiştir.

ABSTRACT

This thesis project includes the subjects which are the environmental conditions that reigns in Konya Basin and West Taurus Line where the varied karst types of Turkey are observed; morphological, mineralogical structure of the cave speleothems that still progress their formation and the inquisition of the effects of liquid and solid phases on their physicochemical features. In this work, by using chemical, physical methods and the research subjects which derive from the different disciplines, the caves forming the large cavities which take place inside of the earth's crust and the samples obtained from them are researched.

The speleothems formed by the waters flowing from the ceiling of the caves, inform us about the physical, chemical, isotopic, mineralogic, crystallographic characteristics and especially the climate of the caves. In this work, the caves of Sırtlanini (AYDIN), Gökçeler (MUĞLA), İnönü (ISPARTA) ve Dede Tarlası (KONYA) which place in Anatolia, are researched in the terms of geological and climatological factors. The researched caves have grown in the limestones aged of Jura-Kratase and placing in the West Anatolia Karst Line. Each of the caves grows as parallel to the fissure and fractured systems which exist in rock mass and the waters flowing from these fissure and fractures systems, play a big role during the formation of caves.

As a result of the comparison with the former records of meteorological stations at the south-west Anatolia and the analysis results which obtained from the water that formed the speleothems, percolated from the fissure and fractured systems; growing drought conditions depending on an increasing temperature and a decreasing rainfall trend can be seen in this region until today. Thus, the cause of current climatic changes, has been tried to understand by determining the former climatic changes and their effects.

Keywords: Caves, drip water, climatology, hydrogeochemistry, paleoclimatology.

The present Ms.C. Thesis was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University, Scientific Research Project Committee under the project no of 2007/27.

İÇERİK :**Sayfa:**

TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇERİK.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2. ÇALIŞMANIN AMACI.....	3
2.1. Amaç ve Kapsam.....	3
2.2. Mağaralar.....	3
2.3. İnceleme Alanı.....	7
2.3.1. Sırtlanini Mağarası (Karacasu-AYDIN)	8
2.3.2. Gökçeler Mağarası (Milas-MUĞLA).....	11
2.3.3. İnönü Mağarası (Eğirdir-İSPARTA).....	14
2.3.4. Dede Tarlası Mağarası (Beyşehir-KONYA).....	17
3. BÖLGESEL TEKTONİK.....	20
4. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	23
4.1. Sırtlanini Mağarası (Karacasu-AYDIN).....	23
4.1.1. Jeoloji.....	23
4.1.2. Jeomorfoloji.....	24
4.2.Gökçeler Mağarası (Milas-MUĞLA).....	25
4.2.1. Jeoloji.....	25
4.2.2. Jeomorfoloji.....	27
4.3. İnönü Mağarası (Eğirdir-İSPARTA).....	30
4.3.1. Jeolojisi.....	30
4.3.2. Jeomofoloji.....	32
4.4. Dede Tarlası Mağarası (Beyşehir-KONYA).....	34
4.4.1. Jeolojisi.....	34
4.4.2. Jeomorfolojisi.....	35
5.HİDROJEOLJİ.....	37
5.1. Suların Fiziksel Özellikleri.....	38
5.1.1. Sıcaklık (S).....	38
5.1.2. Elektriksel İletkenlik(EC).....	40

5.1.3 Hidrojen İyon Aktivitesi (pH).....	41
6. HİDROJEOKİMYA.....	43
6.1. Su Jeokimyası.....	43
6.2. İzotop Jeokimyası.....	61
6.2.1. Su Örnekleri.....	64
6.2.2. Sarkıt ve Dikit Örnekleri.....	70
7. KLİMATOLOJİ.....	76
7.1. Çalışma Alanının İklimsel Özellikleri.....	77
7.2. Veri ve Yöntem.....	82
7.2.1. Çalışma Alanının Konumu.....	82
7.2.2. Veri Özellikleri.....	83
7.2.3. Yöntem.....	83
7.2.3.1 Eğilim Sınamaları.....	83
7.2.3.1.1. Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı.....	83
7.2.3.1.2. En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı...92	
7.2.4. Ortalama Sıcaklık ve Toplam Yağış Dizilerinin Çözümlemelerinin Sonuçları.....	99
8. SONUÇLAR.....	110
9. KAYNAKLAR.....	113
ŞEKİL VE TABLOLAR LİSTESİ	

1.GİRİŞ

“Mağaralardaki Damlataş Sularının Hidrojeokimya ve Klimatoloji Açısından Değerlendirilmesi” konulu bu tez çalışmasında hidrojeokimya ve klimatoloji konuları ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu sebeple tez çalışmasında bu iki başlık ayrı ayrı incelenmiştir. Çalışmada öncelikle jeolojik unsurlar, daha sonra klimatolojik unsurlar ele alınmıştır.

Tezin çalışma alanı güney-güneybatı Anadolu karst kuşağını kapsar. Türkiye'nin farklı karst tiplerinin gözlendiği Konya Kapalı Havzası ile Batı Toros Karst Kuşağında hâkim olan çevresel koşulların, günümüzde oluşumu devam eden mağara damlataşlarının morfolojik, mineralojik yapısı ile katı ve sıvı fazların fizikokimyasal özelliklerine etkilerinin araştırılması sunulan projenin konusunu oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, farklı disiplinlerden gelen araştırma konuları kullanılarak kimyasal ve fiziksel analiz yöntemleriyle yer kabuğunun ve onun içerisinde yer alan büyük boşlukları oluşturan mağaralar ve onlardan elde edilen örnekler ele alınmıştır. Mağara tavanlarından süzülen suların oluşturduğu damlataşları, mağaraların fiziksel, kimyasal, izotopik, mineralojik özelliklerini ve ayrıca mağaraların bulunduğu bölgenin iklimi hakkında bize bilgiler verirler.

Benzer araştırmalar Orta-Geç Pleistosen ve Holosen ile ilgili paleoklimatolojik verilerin toplanması ve değerlendirilmesi için önemlidir. Dünyada birçok alanda bu bölge ile ilgili önceden yapılmış çalışmalar olmasına rağmen paleoklimatolojik ve paleoortamsal konularla ilgili çalışmalar oldukça yenidir. Özellikle Balkan yarımadası, Doğu Avrupa, Afganistan ve İran gibi Türkiye'ye yakın ülkeler bu çerçevede araştırılmakta ve değerlendirilmektedir.

Mağara damlataşları ve damlama suyu üzerine yapılan çağdaş çalışmalar kapsamına girmektedir. Aynı zamanda bu çalışmadan elde edilen bilgiler sadece

jeologlar tarafından değil klimatologlar ve arkeologlar tarafından da değerlendirilmiştir.

Türkiye'nin iklim geçmişi daha önceki yıllarda daha farklı multidisipliner yaklaşımlarla çalışılmış ve daha çok paleo – polen analizlerinden özellikle Holosen dönemindeki iklim salınımları anlamaya çalışmıştır. Bu çalışmada ise, Türkiye'de günümüzdeki iklim döngüleri çevre - insan ilişkileri anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu sayede geçmişteki iklimsel değişim grafikleri ve bunların etkileri belirlenerek, günümüzdeki iklimsel değişimlerin nedeni belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu yüzden Konya Kapalı Havzası ve Batı Toros Karst Kuşağı ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Bu bölgedeki farklı karst oluşumları ve de bunların morfolojiye olan etkileri ve kimyasal yapıları incelenmiştir. Bu karst sistemlerinde oluşan mağaralar, oluşum zamanlarından günümüze kadarki iklimsel kayıtların tutulduğu bir nevi kayıt cihazı gibidir. Mağaralar, oluştukları devirlerdeki iklim değişiklerini kaydeden ve günümüze kadar bu veriyi koruyabilen ender ortamlardandır. Bu yüzden bu projedeki çalışmalarımızın ana unsurları mağaralar ve onların geliştikleri ortamlardır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

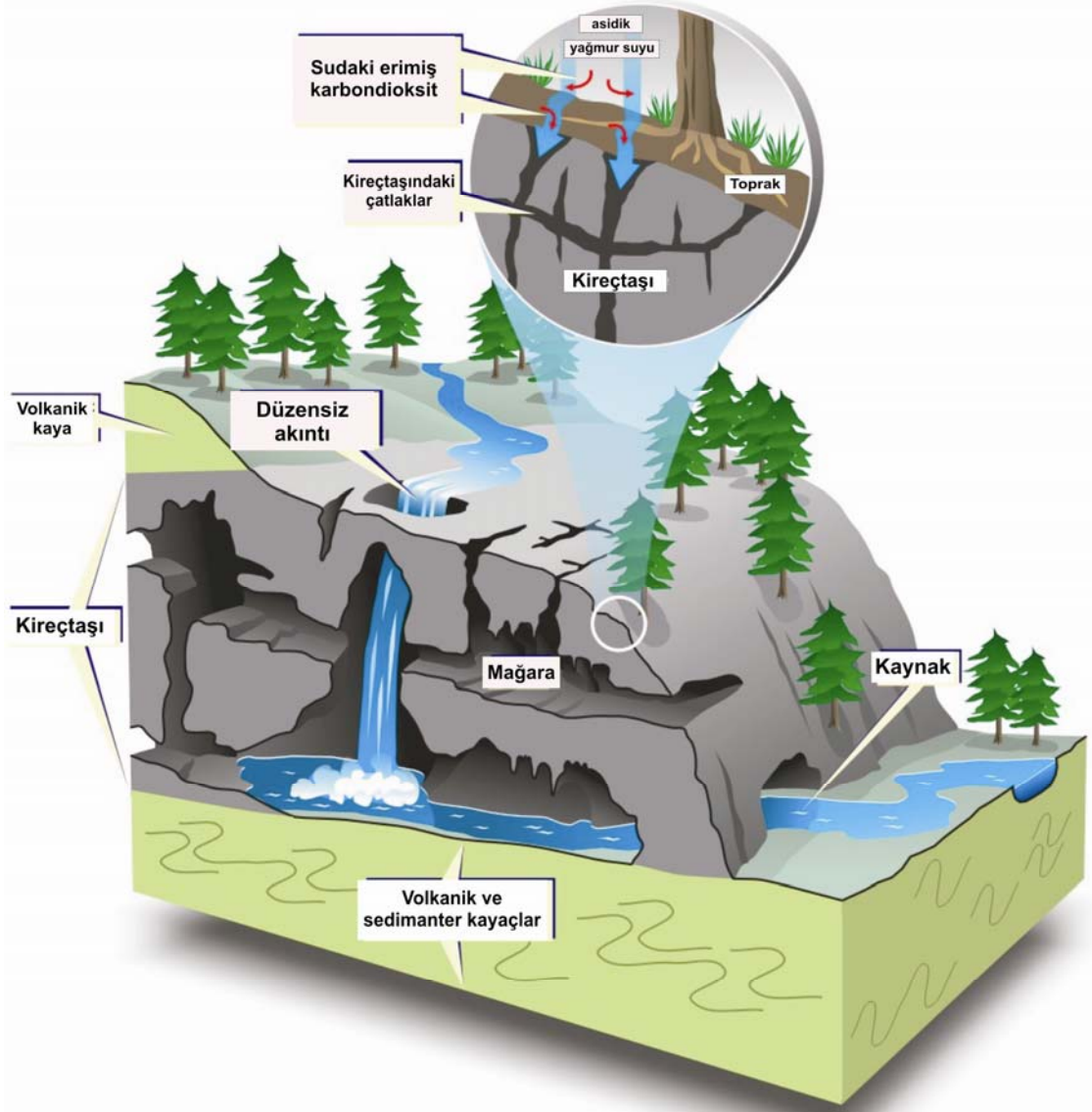
2.1. Amaç ve Kapsam

Özellikle speleothem adını verdiğimiz damlataş oluşumlarının incelenmesi ile geçmişteki iklimsel sıcak ve soğuk dönem dalgalanmaları, nemli ve kurak dönemler, buzul dönemleri ve buzullar arası dönemlerle denizin ilerlediği en sıcak dönemler hakkında Türkiye kayıtlarına ulaşılmaya çalışılmaktadır.

Türkiye'nin farklı karst tiplerinin gözleendiği Konya Kapalı Havzası ile Batı Toros Karst Kuşağında hakim olan çevresel koşulların, günümüzde oluşumu devam eden mağara damlataşlarının morfolojik yapısı ile sıvı fazların, fizikokimyasal özelliklerine etkilerinin araştırılması bu tez çalışmasının konusunu oluşturmaktadır. Farklı iklim koşulları ile toprak ve bitki örtülerinin yer aldığı farklı çevresel koşulların hüküm sürdüğü ortamlarda bulunan mağara tavanlarından süzülen suların fiziksel, kimyasal ve izotopik özellikleri ile bu sulardan itibaren çökelen kalsiyum karbonatlardan oluşan damlataşların, daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmakta olan morfolojik özellikleri, mineralojisi ve kristal yapısındaki kimyasal ve izotop bileşimleri arasındaki ilişkiler araştırılmış ve iklimbilim açısından sonuçlar değerlendirilmiştir.

2.2. Mağaralar

Tarih öncesi dönemlerden beri, insanların sosyo-kültürel gelişim ve faaliyetlerinde vazgeçilmez bir ortam oluşturan, yüzeye açılımları olan ve en az bir insanın sürünerek girebilmesine olanak verecek genişlik ve yüksekliğe sahip, yeraltı boşlukları "mağara" olarak adlandırılır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Mağaraların jeomorfolojik yapısı ve oluşumu (www.geoscape.nrcan.gc.ca'dan değiştirilmiştir).

Uzunlukları bir kaç metreden yüzlerce kilometreye, derinlikleri ise yüzlerce metreye ulaşabilen, değişik biçim ve konumda bulunabilen bu yeraltı boşlukları, ilksel oluşum özelliklerine göre; yapay ve doğal olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. İnsanların, değişik amaçlarla, işlenmesi kolay kayaları kazmaları sonucu meydana getirdikleri boşluklara "yapay mağaralar" adı verilir. Buna karşılık ana kayanın doğal etken ve süreçlere bağlı olarak aşınmaları ile oluşan "doğal mağaralar", birincil ve ikincil olmak üzere iki sınıfla tanımlanırlar.

Nazik (2005)' e göre geçmişten günümüze kadar devam etmekte olan jeolojik ve jeomorfolojik süreçler içerisinde, lav tünelleri, traverten ve buzulaltı boşlukları gibi ana kayanın oluşumu ile eş zamanlı gelişen boşluklar "birincil mağaraları" oluştururlar. Bununla birlikte karbonat, sülfat ve klorürlü kayaların; çökelimlerinden sonra, yeraltı suları ve asidik karakter gösteren (pH<7) yağmur suları tarafından bir dizi fizikokimyasal etkileşime bağlı olarak erime ve aşındırılması sonucu oluşan boşluklar ise "ikincil veya karstik mağaraları" meydana getirirler. Günümüzde yüz yıllardan beri halen gelişmekte olan veya gelişimini tamamlamış karstik mağaralara, deniz yüzeyinin 100-150 m. altından 3000 metreleri aşan yüksekliklerde ve farklı şekillerde rastlamak mümkündür. Mağaraların oluşum ve gelişimlerinde; çözücü faktör olarak yüzey ve yeraltı suları, kökensel (birincil) olarak jeolojik özellikler, şekillendirici (ikincil) faktörlerden jeomorfoloji, iklim, bitki ortamı, zaman etkili olmaktadır. Bu faktörlerin birbiriyle olan etkileşimleri ve bu etkileşimin zaman içindeki değişimleri, mağaranın başlangıç, gençlik, olgunluk ve yaşlılık dönemlerinden oluşan gelişim döngüsünü belirler. Bunun sonucu olarak mağaralar, tek veya çok katlı, yatay-yarı yatay-dikey, aktif - yarı aktif – fosil, sıcak - soğuk, nemli - kuru olabildikleri gibi enine ve boyuna profillerinin kesitleri, mağara içi fiziksel ve kimyasal çökeller (akma ve damlataşlar) ve sahip oldukları canlılar, bölgesel jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik ve ekolojik gelişimin özelliklerini karakterize ederler. Farklı ortam (hava, toprak, su) ve konumda büyük bir ekosistem oluşturan ve onbinlerce hatta milyonlarca yılda meydana gelen mağaralar; sahip oldukları canlı ve cansız değerleri ile korunması gereken en önemli doğal miraslarımızdandır (Nazik, 2005).

Mağaralar gerek konumları, gerekse buldukları ortamlarıyla aslında günümüzün doğal günlükleridirler. Her mağara bünyesindeki çökeller, sarkıt ve diktler ile oluşmaya başladığı dönemden günümüze kadar olan ortamsal ve ekolojik koşulların bir nevi kaydını tutarlar.

Bayarı ve diğ. (2005)'ne göre mağara çökelleri bize sundukları görsel zerafetin yanı sıra bilimsel araştırmalar açısından da büyük önem taşırlar. Yeraltında oluşmalarına karşın, mağara çökellerinin gerek dış görünüşleri ve gerekse

içyapılarındaki fiziksel ve kimyasal özellikler bu çökellerin oluştuğu dönemdeki yüzey koşulları hakkında önemli bilgiler içermektedir. Bu bilgiler özellikle geçmiş iklim ve ortam koşulları hakkında değerli ipuçları taşırlar (Bayarı ve diğ. 2005).

“Oluşum ortamı, lito-stratigrafik ve yapısal özellikleri ile yaşları birbirinden farklı kaya topluluklarının tektonik hareketlerle yan yana veya üst üste geldiği Türkiye'nin yaklaşık % 40'ı erimeye (karstlaşmaya) uygun karbonat, sülfat ve klorürlü kayalardan meydana gelmiştir. İlkel karst ortamını belirleyen birincil (kökensel) ve şekillendirici ikincil faktörler ile erimeyi gerçekleştiren etken ve süreçlerin karşılıklı etkileşimleri ve bu etkileşim sonucu meydana gelen karstlaşma dinamiği ve şekillere göre, altı ana karst bölgesi ayırt edilmiştir (Törk ve diğ., 2005):

- 1- Toros Dağları Karst Bölgesi
- 2- Batı Anadolu ve Trakya Karst Bölgesi
- 3- Karadeniz Dağları Karst Bölgesi
- 4- Orta Anadolu Karst Bölgesi
- 5- Doğu Anadolu Karst Bölgesi
- 6- Güneydoğu Anadolu Karst Bölgesi

Bu karst bölgelerinde, birincil faktörler (jeolojik faktörler) benzer olmakla birlikte şekillendirici ikincil faktörler (jeomorfoloji, iklim, bitki ortamı, zaman) ile gelişim süreçleri birbirinden farklı, çok sayıda mağara yer alır. Morfometrik ve morfojenetik özellikleri, alan içindeki dağılım ve yoğunlukları yer yer farklılıklar gösteren bu mağaralar buldukları karst bölgesinin gelişimini karakterize eden fiziko-kimyasal oluşumlu şekil ve yapılarla sahiptirler. Yerüstü ve yeraltı karstik şekillerin yanal ve düşey doğrultuda büyük boyut ve derinliğe ulaştığı Toros Dağları (Antalya, Konya, İçel, Adana, Isparta, Burdur, Niğde, Karaman, Kahramanmaraş, Malatya ve Muğla illeri) mağara gelişimi açısından en yoğun bölgedir.

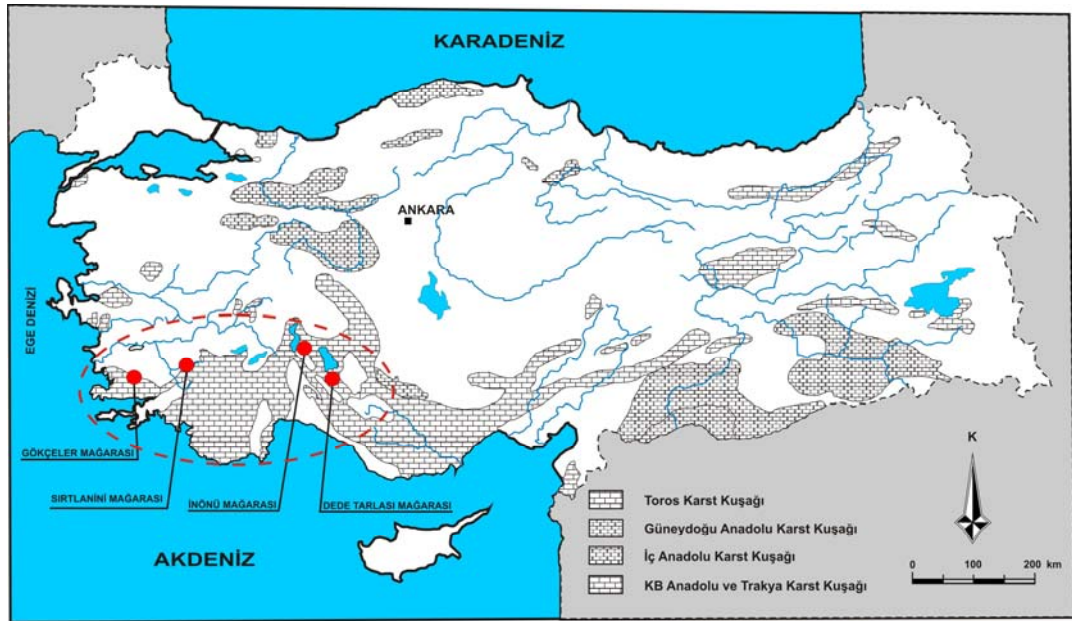
Erimeye uygun kayaların kapladığı alan ve bu alanlarda tespit edilen mağara sayısının oranına göre Türkiye'de 20.000 den fazla mağaranın bulunabileceği öngörülmektedir. Bunlardan 800'ü MTA, 450 tanesi de değişik kulüp ve derneklerce

olmak üzere ancak 1250'si, Türkiye Mağara Envanteri çalışmalarına girecek şekilde incelenmiştir. 19 tanesi de turizme açılmıştır. Ancak, dünyada "mağara cenneti ülke" olarak anılan yurdumuzda, mağaraları araştırma, koruma ve kullanım yöntemlerini tanımlayan belirgin bir yasal düzenleme olmadığından dolayı bu konuda büyük bir kaos yaşanmaktadır. Bunun sonucu olarak da, önemli bir ekosistem oluşturan ve onbinlerce yılda gelişebilen doğal miras niteliğindeki mağaraları hızlı bir bozulma ve kirlenme ile karşı karşıyadır" (Törk ve diğ., 2005).

2.3. İnceleme Alanı

İnceleme alanı, Bodrum yarımadası, Teke yarımadası, Göller bölgesi ve Batı Toroslari içine alan güneybatı Anadolu'yu kapsamaktadır (Şekil 2.2).

Bu çalışma kapsamında bütün güneybatı Anadolu'yu homojen bir şekilde temsil edecek iklimsel bölge ve mağara örneklem yerleri tespit edilmiş ve bu bölgelerin ayrıntılı incelenmesine ağırlık verilmiştir.



Şekil 2.2. İnceleme alanını ve örneklem yerlerini gösteren Türkiye Karst haritası, (--) inceleme alanı sınırı (Eroskay ve Günay, 1980'den değiştirilmiştir).

Bölgede yapılan çalışmalar sonucu homojen bir şekilde alanı temsil edecek 4 adet örneklem yeri seçilmiş ve bu bölgelerde çalışmalara başlanmıştır. Söz konusu

örneklem yerleri Muğla iline bağlı Milas ilçesindeki Gökçeler mağarası, Aydın iline bağlı Karacasu ilçesindeki Sırtlanini mağarası, Isparta iline bağlı Eğirdir ilçesindeki İnönü mağarası ve son olarak da Konya iline bağlı Beyşehir ilçesindeki Dede Tarlası mağarasıdır (Şekil 2.2.). Bu mağaralar ile ilgili detaylı bilgiler aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

2.3.1. Sırtlanini Mağarası (Karacasu-AYDIN)

Mağara Aydın iline bağlı Karacasu ilçesinin Yukarı Çamarası ile Narlıgedik Köyleri arasında Denizli M 21-d2/1 paftasında yer almaktadır. Mağaraya hem Yukarı Çamarası Köyünden hem de Narlıgedik Köyü'nden gidilebilir. Mağaraya daha yakın olan Narlıgedik Köyü'nden 20-25 dakikalık bir yürüyüşten sonra ulaşılabilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. a) Sırtlanini mağarası ve b) Çamarası (Karacasu-AYDIN) köyünün yer bulduru haritası.

Mağara Çamarası köyünün hemen yakınından geçen Zeybek deresinin aşındırdığı vadinin içinde yer almaktadır. Vadi tabanından yaklaşık 7-8 m. yüksekte 1,5 m. çapında ve 2,5 m. uzunluğunda dar bir giriş ağzı bulunmaktadır (Şekil 2.4 ve 2.5).



Şekil 2.4. Sırtlanini mağarası ve Çamarası (Karacasu-Aydın) köyünden genel bir görünüm (Google Earth görüntüsü).



Şekil 2.5. Sırtlanini mağarasının giriş ağzından genel bir görünüm (Ekim 2007), (UTM Koordinatları : 649289 D / 4165917 K).

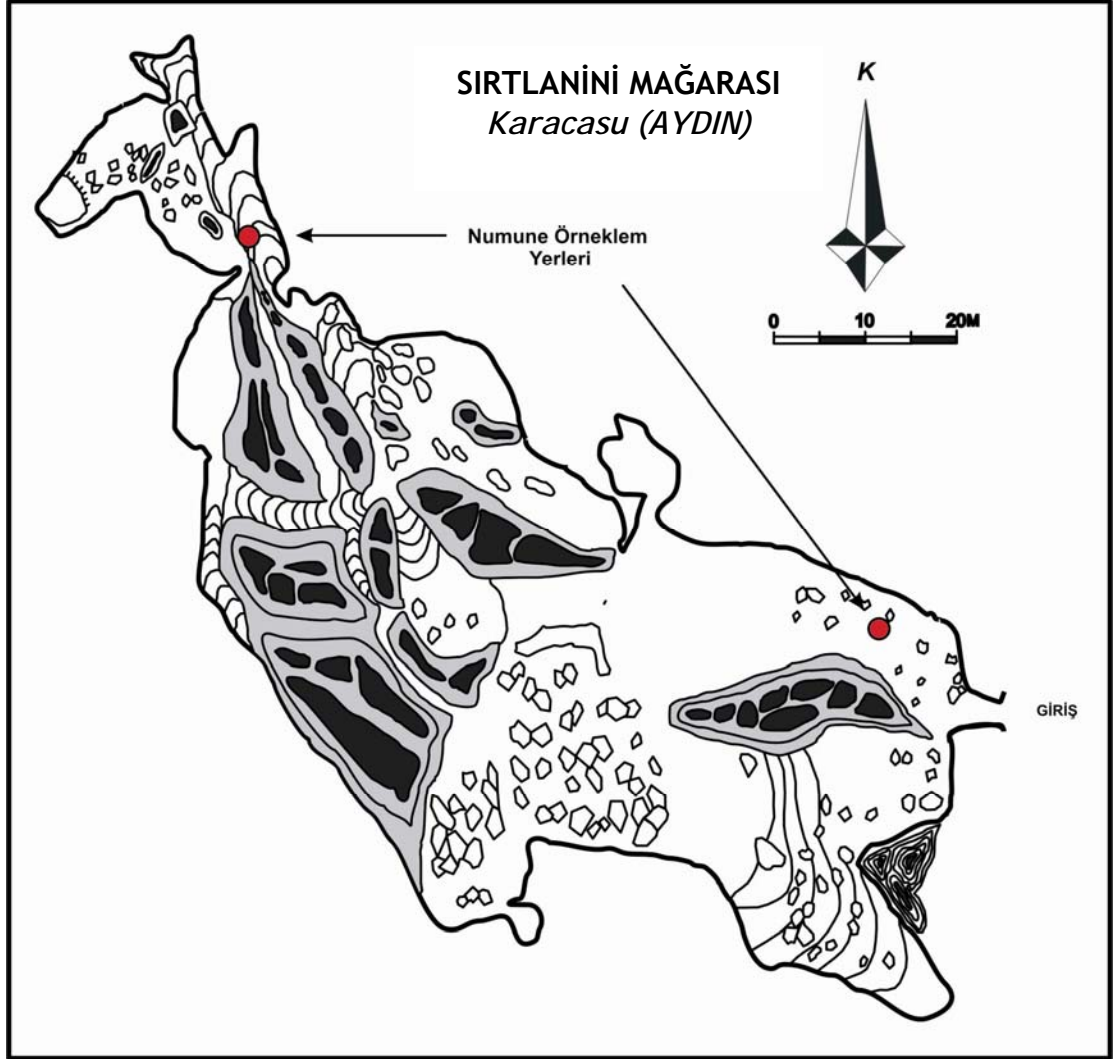
Mağaranın giriş ağzından sonra büyük ve geniş bir salon bölümü bulunan mağara tavanı bu bölümde 2 m. ile 7-8 m. arasında değişiklik gösterir. İlk girişte karşılaşılan bu salon bölümü büyük ve gösterişli sarkıt ve dikit yapıları ile süslüdür. Yer yer de büyük ve kalın sarkıt ve dikit sütunları oluşmuştur. Yatay konumlu ve yarı aktif bir mağaradır. Mevsimsel değişimlere bağlı olarak içerisinde az miktarda da olsa su ihtiva eder ve sarkıtlardan süzülen sular mağara tabanında toplanarak direne olmaktadır. Damlataş oluşumu halen devam etmektedir (Şekil 2.6). Çevre halkı tarafından bilinen, zaman zaman da insanların girdiği bir mağaradır. Mağara da ufakta olsa bir yarası kolonisi yaşamaktadır.



Şekil 2.6. Damlataşlarla süslü Sırtlanini mağarasının içinden bir görünüm.

Sırtlanini mağarası içerisinde çeşitli yerlerde hayvan kemikleri ve boynuzları bulunmaktadır. Bu kemik kalıntıları yakın bir zaman kadar mağaranın yırtıcı hayvanlarca bir sığınak olarak kullanıldığını göstermektedir. Zaten mağaranın ismini de yöre insanı tarafından buradan aldığı belirtilmektedir. Sırtlanini mağarasının bir başka özelliği de yakın dolaylarında Afrodisyas antik kentinin bulunmasıdır.

Şekil 2.7’de ise mağaranın genel morfolojik özellikleri ve kesitleri görülmektedir. Mağaranın toplam uzunluğu 348 m. ve ana galerinin uzunluğu ise 147 metredir. Giriş kotuna göre en derin yeri ise -32 metredir (Güldalı ve diğ. 1985).

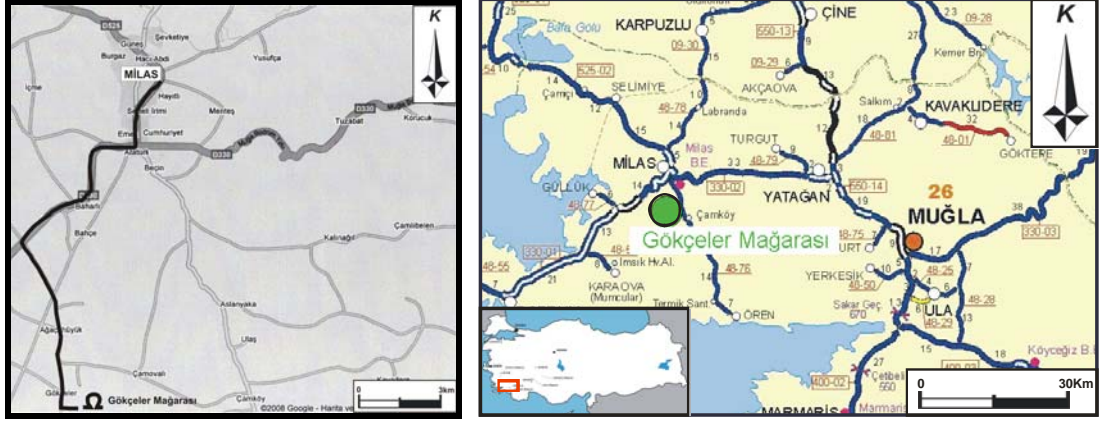


Şekil 2.7. Sırtlanini Mağarasının genel plan ve kesitleri (Güldalı ve diğ. 1985’den değiştirilmiştir).

2.3.2. Gökçeler Mağarası (Milas-MUĞLA)

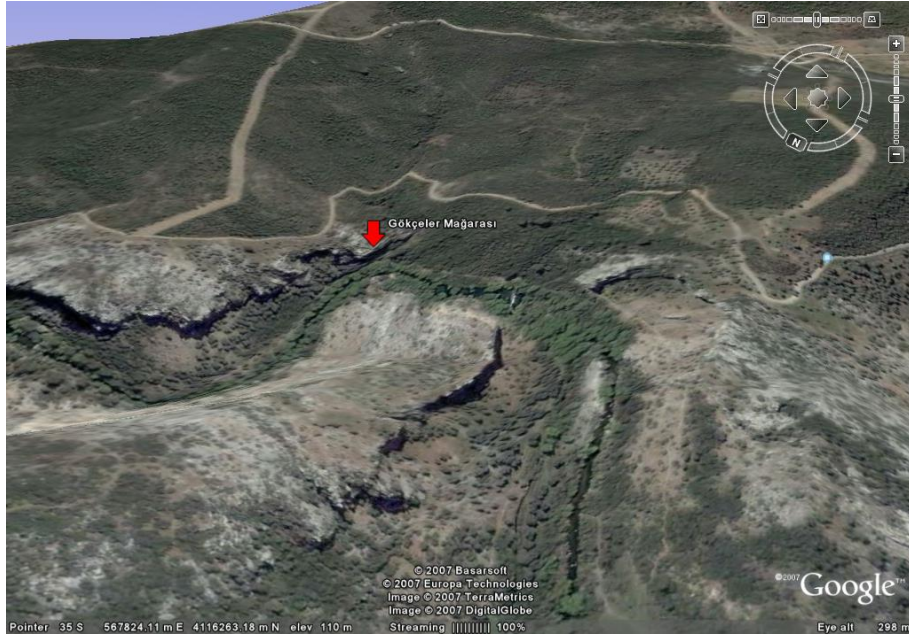
Gökçeler mağarası Muğla iline bağlı Milas ilçesinin Gökçeler köyünün güneydoğusunda Aydın N 19 – c1 paftasında yer almaktadır. Milas güneybatısındaki Manastır Dağı (541 m)'nin kuzey yamacında bulunan Gökçeler (İncirliin) Mağarası, kanyon şekilli derin vadi içinde akan Değirmen Deresi'nin sol yamacında yer alır. Milas-Bodrum karayolunun 14. kilometresinden sola ayrılan 5 km'lik yol ile

öncelikle Yakaköy'den ve daha sonra Ağaçlıhöyük köylerinden geçerek Gökçeler'e ulaşılır (Şekil 2.8). Gökçeler köyü ile mağara arası yaklaşık 4 – 4,5 km'dir. Yatay olarak gelişmiş, kaynak konumlu aktif bir mağaradır.



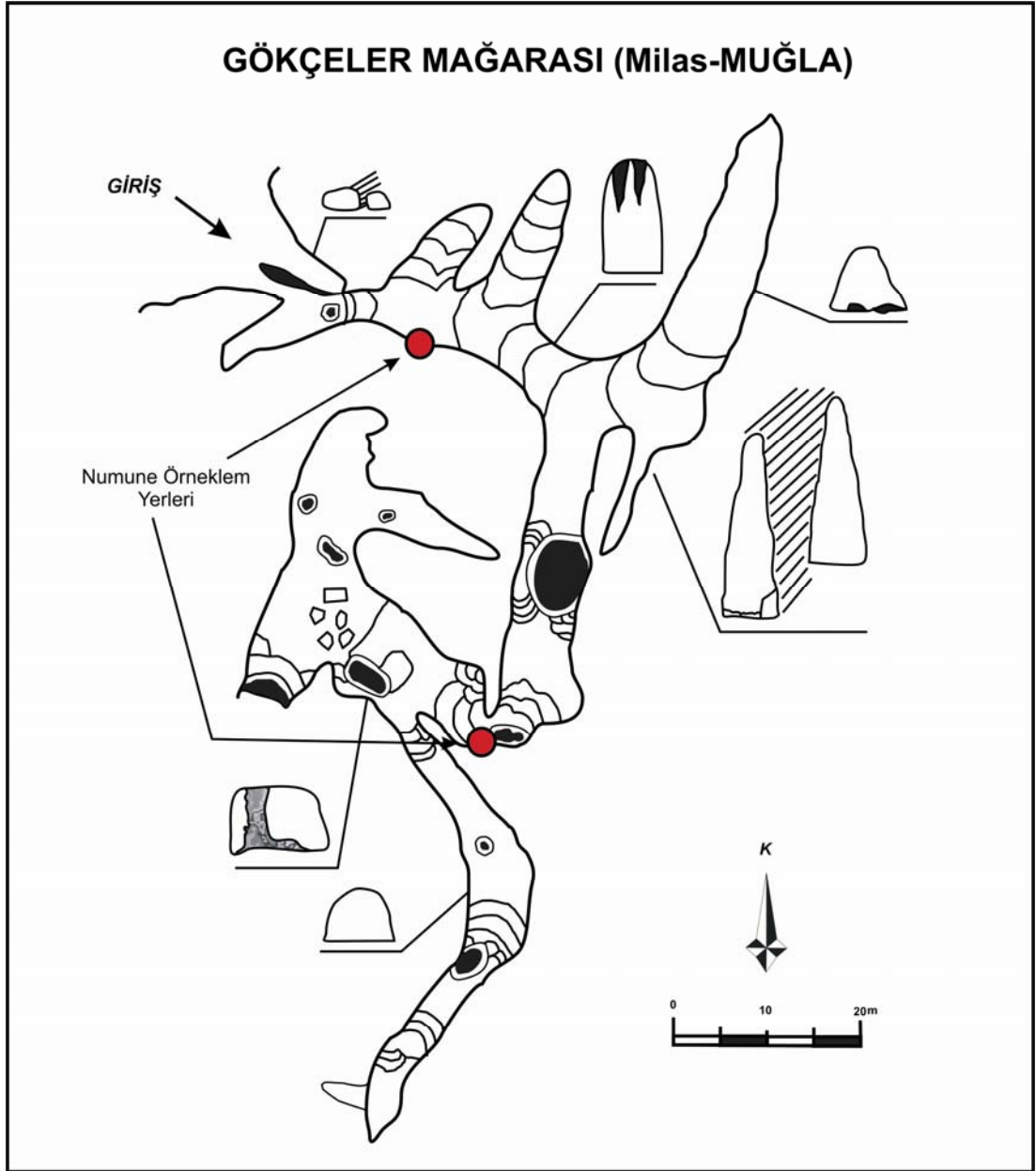
Şekil 2.8. a): Gökçeler mağarası. **b)** Gökçeler (Milas-MUĞLA) köyünün yer bulduru haritası.

Gökçeler mağarası, Gökçeler köyüne yaklaşık 4 km. mesafedeki Kretase yaşlı kireçtaşlarında, Değirmen deresinin aşındırması sonucu oluşan “Uyku Vadisi” içerisinde yer almaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Gökçeler mağarası (Milas-Muğla) ve uyku vadisinden genel bir görünüm (Google Earth görüntüsü). (UTM Koordinatları : 567979 D / 4116145 K).

Gökçeler mağarasının toplam uzunluğu 345 metredir, ayrıca giriş kotuna göre en derin noktası -7 m. ve en yüksek noktası ise + 21 metredir (Nazik ve diğ. 1996). Şekil 2.10'da mağaranın genel morfolojik özellikleri ve kesitleri görülmektedir.



Şekil 2.10. Gökçeler mağarasının genel plan ve kesitleri (Nazik ve diğ. 1996'dan değiştirilmiştir).

Gökçeler mağarası benzerlerine göre daha nemli ve daha sıcak olarak nitelendirilebilecek bir mağaradır. Mağara içinde belirgin bir rüzgar hareketi yoktur.

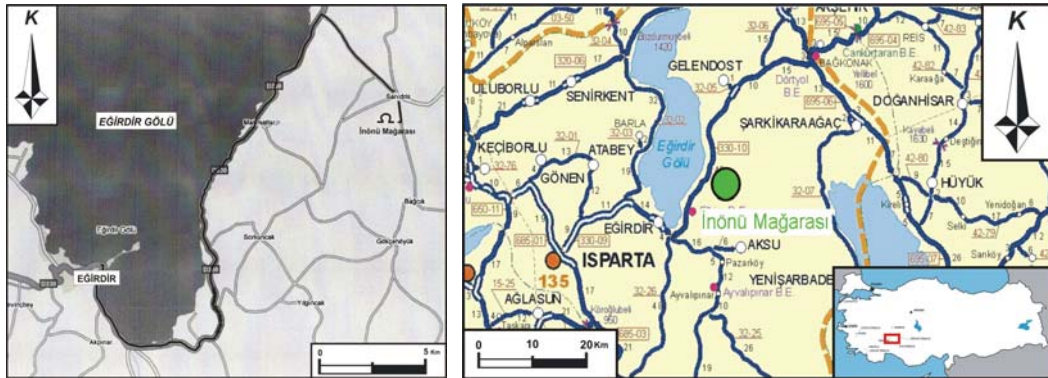
Bol miktarda yarasanın yaşadığı mağarada bol miktarda yarasa dışkısı (guano) da bulunmaktadır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Mağaranın ana galerisinde yarasa dışkılarında (guano) oluşmuş bir tepelik (Ekim 2007).

2.3.3. İnönü Mağarası (Eğirdir-İSPARTA)

İnönü mağarası Isparta iline bağlı Eğirdir ilçesinin Sarıidris kasabası sınırları dahilinde, Isparta M 26 – a1 paftasında yer almaktadır. Eğirdir Gölü doğusunda bulunan İnönü Mağarası, Sarıidris Kasabası'nın hemen güneyinde yer alır. Eğirdir - Konya karayolundan ayrılan 5 km'lik asfalt yol ile Sarıidris Kasabasına, buradan 1,5 km sonra da mağaraya ulaşılır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. a) İnönü mağarası. b) Sarıidris (Eğirdir-İSPARTA) kasabasının yer buldu haritası.

Konya - Isparta - Antalya karayolunun kenarında ve Eğirdir Gölü'ne hakim bir noktada bulunan ve adını içinde geliştiği, kireçtaşlarından oluşan İnönü Tepesinden alan İnönü Mağarası, gerek doğal çevrenin ve gerekse mağara içi damlataşların güzelliği nedeniyle turizm amaçlı kullanıma son derece uygun özelliklere sahiptir (Şekil 2.13).

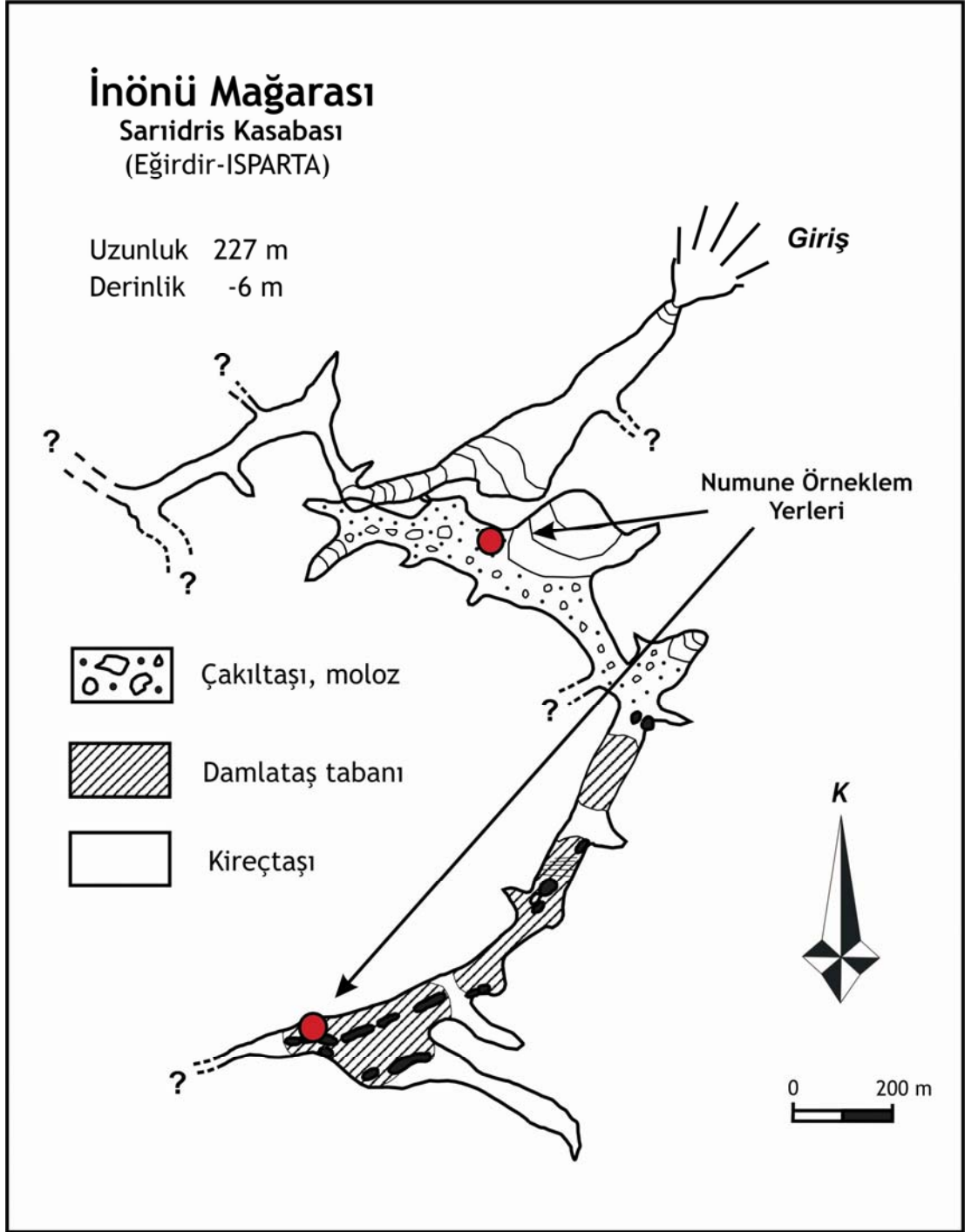


Şekil 2.13. İnönü mağarası ve Sariidris (Eğirdir-Isparta) kasabasından genel bir görünüm (Google Earth görüntüsü).

Toplam uzunluğu 227 m. olan mağaranın giriş kotuna göre en derin noktası -6 metredir Yatay olarak gelişmiş, kaynak konumlu aktif bir mağaradır (Şekil 2.14).

Yanal ve düşey devamlılığı fazla olmayan bol çatlaklı kireçtaşlarında gelişen İnönü mağarası, sıcak ve yarı nemli bir havaya sahiptir. Yapılan ölçümlere göre (Mayıs 2007), mağara önünde 27°C sıcaklık tespit edilmiştir. Buna karşılık, mağaranın üst katında 16°C sıcaklık, alt katta ise 14°C sıcaklık değerleri ölçülmüştür.

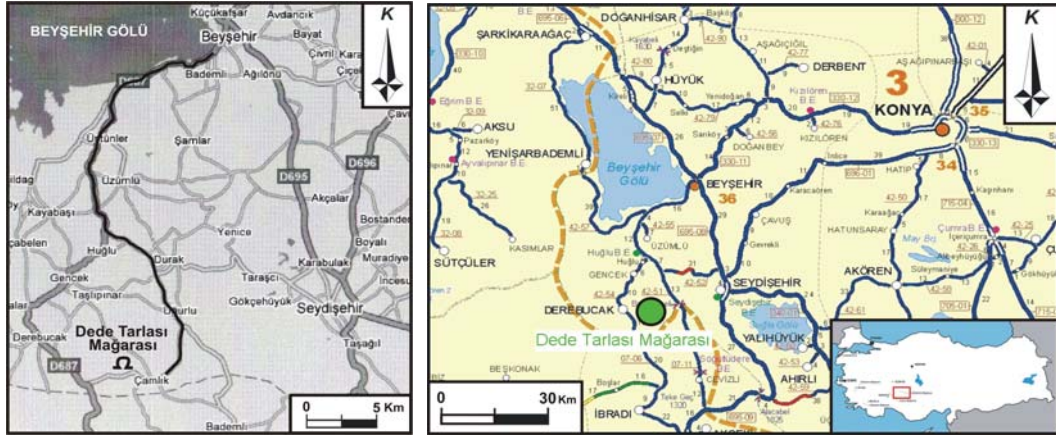
Kireçtaşlarının bol çatlaklı yapısı ve katlar arasındaki dar bağlantılar, mağara içinde belirgin bir hava sirkülasyonuna neden olmuştur. İnönü mağarası'nda belirgin bir canlı topluluğuna rastlanmaz. Bununla birlikte yer yer yarası, mağara kelebeği ve binayaklılar görülmektedir (Nazik ve diğ., 1996).



Şekil 2.14. İnönü mağarasının genel planı (Nazik ve diğ. 1996'dan değiştirilmiştir).

2.3.4. Dede Tarlası Mağarası (Beyşehir-KONYA)

Dede Tarlası mağarası Konya'nın Beyşehir ilçesine bağlı Çamlık kasabası sınırları dahilinde Konya N 27 – a4 paftasında yer almaktadır. Beyşehir Gölü doğusunda bulunan Dede Tarlası mağarası, Çamlık Kasabası'nın güneyinde yer alır. Konya-Akseki karayolundan ayrılan 35 km'lik asfalt yol ile Çamlık Kasabasına, buradan 5,5 km sonra da mağaraya ulaşılır (Şekil 2.15 ve 2.16).

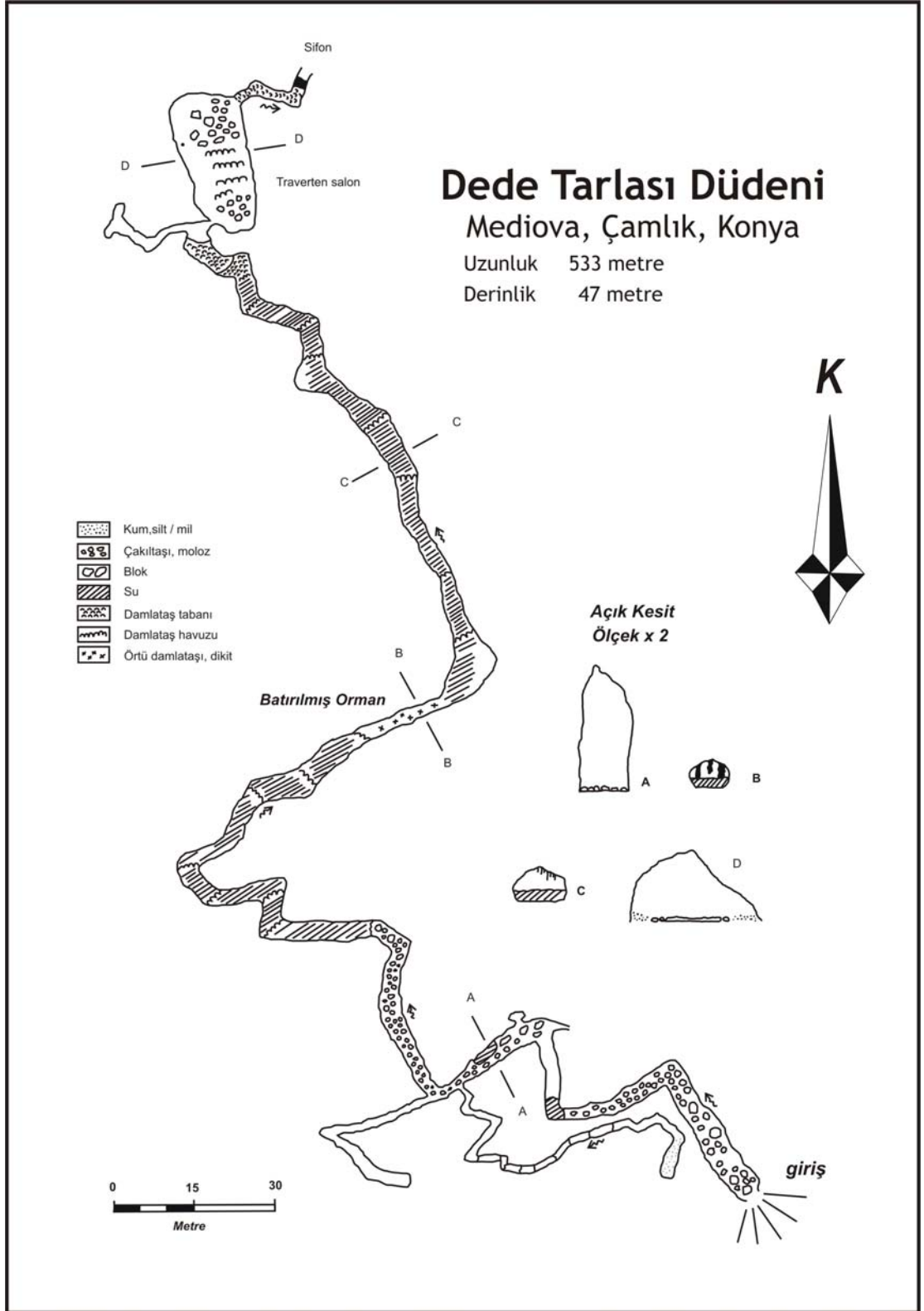


Şekil 2.15. a) Dede Tarlası mağarası. b) Çamlık (Beyşehir-KONYA) kasabasının yer buldurular haritaları.

İçerisinde büyük göller ve yeraltı deresi bulunan Dede Tarlası mağarası, soğuk ve nemli bir mağaradır. Ana galeri uzunluğu 147 m., toplam uzunluğu ise 542 metredir (Şekil 2.17). Giriş kotuna göre en derin yeri -47 metredir. Yapılan çalışmalar sırasında (Mayıs 2007), mağara dışında 32°C sıcaklık ve % 53 mutlak nem'e karşılık; mağaranın girişinde 17°C sıcaklık, ana galeride 12°C sıcaklık ve mağara sonunda ise 8°C sıcaklık ölçülmüştür. Buna göre, mağaranın girişi ile son noktası arasında belirgin bir hava değişimi yoktur. Bu nedenle, girişten sonlara doğru sıcaklık azalmakta, nem ise artmaktadır. Soğuk ve nemli bir mağara olan Dede Tarlası mağarasında, belirgin bir hayvan varlığına rastlanmamıştır.



Şekil 2.16. Dede Tarlası mağarası ve Çamlık (Beysşehir-KONYA) kasabasından genel bir görünüm (Google Earth görüntüsü).

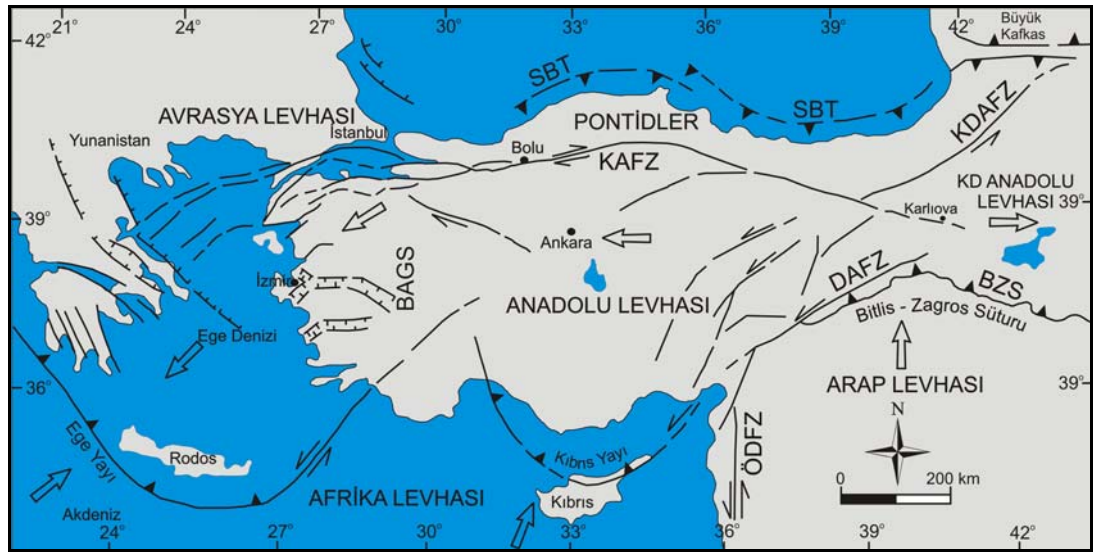


Şekil 2.17. Dede Tarlası mağarasının genel plan ve kesitleri (Stratford., 1992 ve Nazik 1992'den değiştirilmiştir).

3. BÖLGESEL TEKTONİK

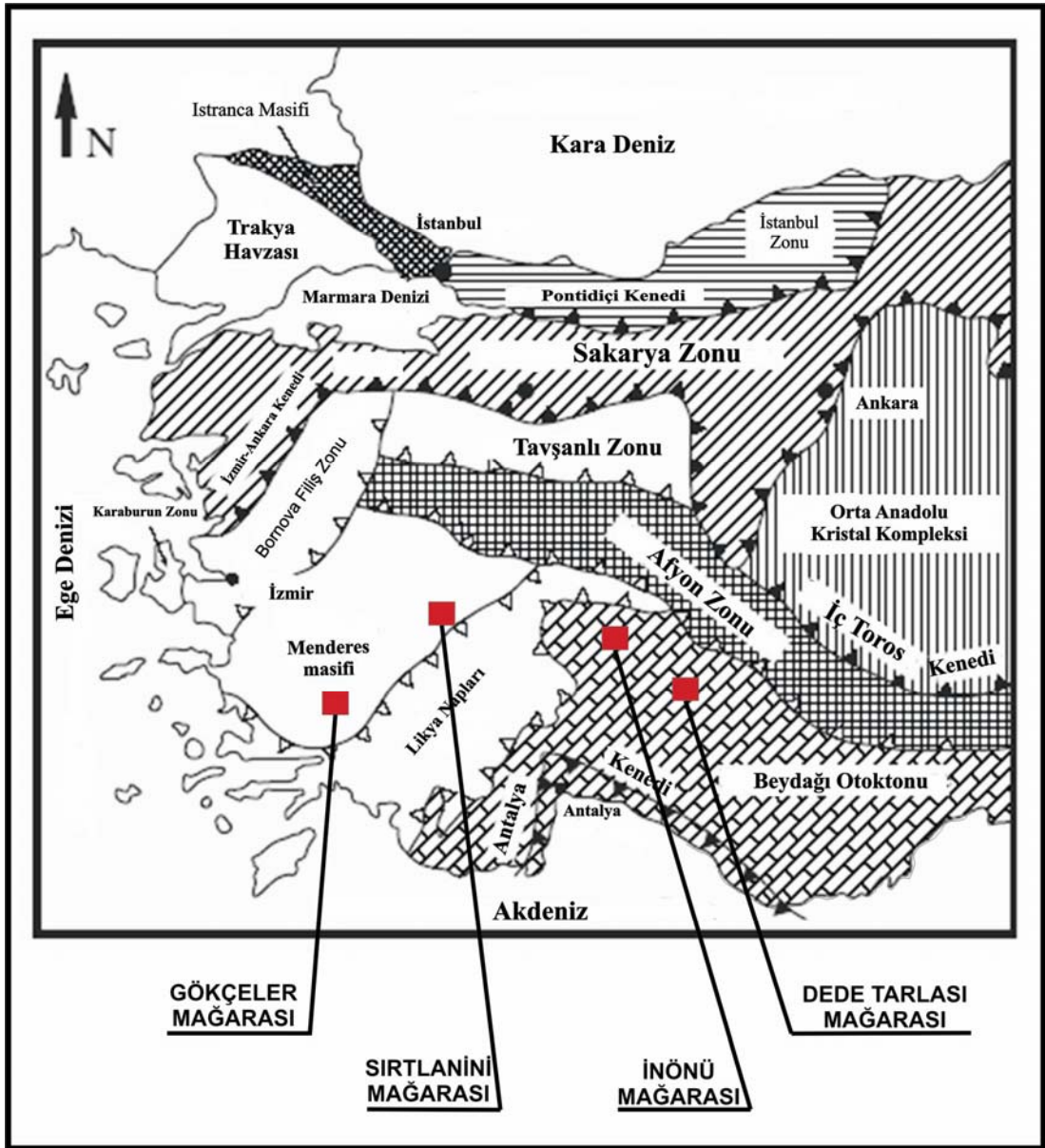
Türkiye Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer alır. Orta-Geç Miyosende Arabistan-Afrika levhalarının Avrasya levhası ile Helen Yayı ve Bitlis-Zagros suture kuşağı boyunca çarpışması Türkiye’de Neotektonik dönemi başlatmış ve Anadolu levhasında sıkışma ve kabuk kalınlaşması meydana gelmiştir (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1990). Avrasya ile Afrika levhaları arasında sıkışan Anadolu levhası doğrultu atım karakterli Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayları (DAF) boyunca batıya doğru hareketlenmiştir (Şengör, 1980; Barka ve diğ., 1995). Bu hareketin GB’ya doğru yön değiştirmesiyle batı Anadolu’da K-G yönlü gerilme rejimine bağlı olarak D-B ve BKB-DGD doğrultulu Ege Graben sistemi gelişmiştir (Barka ve diğ., 1995).

Helen Yayı boyunca olan yitim mekanizmasındaki farklılıklar Orta ve Batı Anadolu’da farklı tektonik rejimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Şengör, 1984; Seyitoğlu ve Scott, 1991; Barka ve diğ., 1994). Arabistan-Afrika ile Avrasya levhaları arasında gelişen bu hareketler Anadolu'nun farklı kesimlerinde tektonizma kontrolünde gelişen Neojen ve Kuvaterner volkanizmalarının etkinliğine yol açmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Batı Anadolu'nun yapısal özellikleri (Okay ve Tüysüz 1999).

Batı Anadolu stratigrafik, yapısal ve metamorfik özellikleri ile birbirinden ayrılan birçok kaya topluluklarından meydana gelmiştir (Şekil 3.2). Bu kaya topluluklarının bir araya gelmesi Erken Tersiyer’de, Neotetis boyunca kıta-kıta çarpışması sonucunda gerçekleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1983; Okay, 2001). Orta Miyosen’den sonra tüm Anadolu’da Neotektonik rejim başlamıştır (Şengör, 1980). Bu sistemde Menderes Masifi K-G yönlü genişleme kuvvetlerinin etkisinde kalmıştır.



Şekil 3.2 : Batı Anadolu'nun tektonik birlikleri ve mağaraların bulunduğu alanlar (Şengör ve Yılmaz, 1983).

Batı Anadolu K-G yönlü gerilmeler sonucu yılda 3-6 cm genişlemektedir. Bunun sonucunda, bölgenin jeolojisinde egemen yapı unsurları olarak D-B gidişli grabenler gelişmektedir. Bu grabenler, kenarlarından normal faylarla sınırlıdır. Grabenlerin kenar fay zonları 100-150 km devamlılık göstermektedir ve bu zon, uzunlukları çoğun 8-10 km'yi geçmeyen kısa faylardan oluşmuş bir fay demeti halindedir. Bu fayların üzerinde, sürekli bir sismik aktivite kaydedilmektedir (Yılmaz ve diğ., 2000).

Bu çalışma kapsamında sismik aktivitelerin yoğun olduğu, Ketin (1966)'e göre İç Anadolu sıra dağları (Anatolidler) ve Güney ve Doğu Anadolu sıra dağları (Toridler)'nin içerisinde yer almaktadır. Mağaraların geliştiği (Menderes masifi, Likya napları ve Beydağı otoktonu gibi birimler) bu kesimlerin jeolojik özellikleri ile ayrıntılı olarak "İnceleme Alanın Jeolojisi" başlıklı bölümde detaylı olarak incelenecektir.

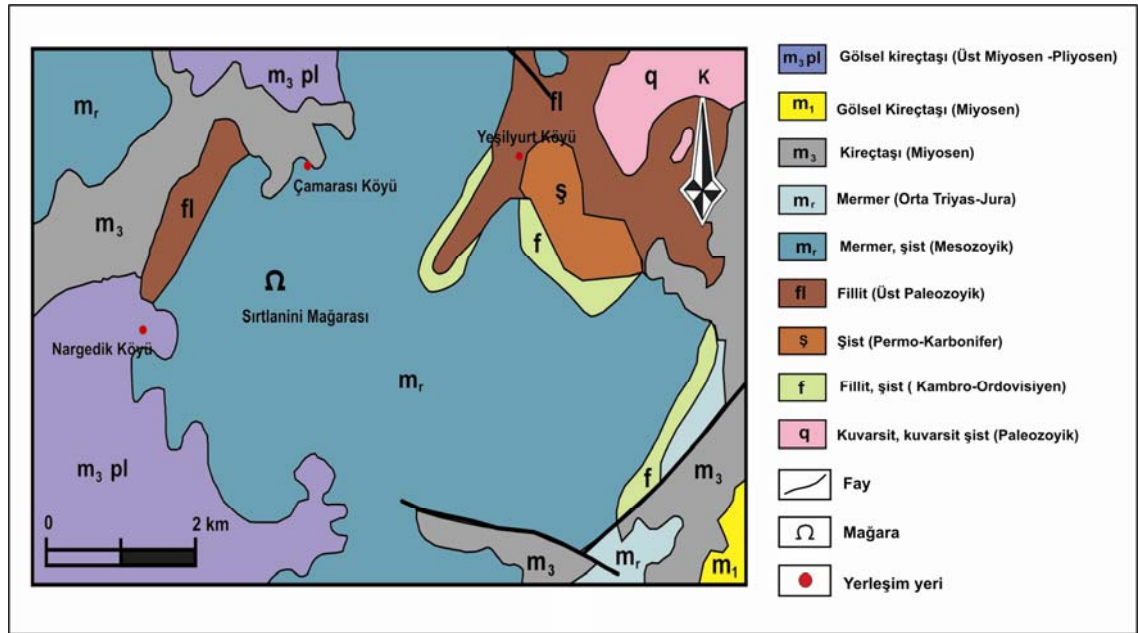
4. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

4.1. Sırtlanini Mağarası (Karacasu-AYDIN)

4.1.1. Jeoloji

Mağaranın bulunduğu bölgede Çamarası köyünün doğusunda yüzlek veren ve metamorfizmanın etkisi altında kalmış şistler bölgedeki kireçtaşlarının tabanını meydana getirir. Yer yer kuvarsitte içeren şistler, fillitik olarak da nitelendirilebilir, yanal ve dikey olarak çok çabuk fasiyes değiştirmektedir (Temizer, 1973).

Vişne çürüğünden yeşilimsi renge kadar değişen fillitik şistlerin alt seviyeleri muskovit ve biyotitlidir. Permo-Karbonifer yaşlı şistler üzerine Kretase yaşlı iri kristalli, açık gri, gri, bej renklerde ve kırıklı mermerler gelmektedir (Şekil 4.1).



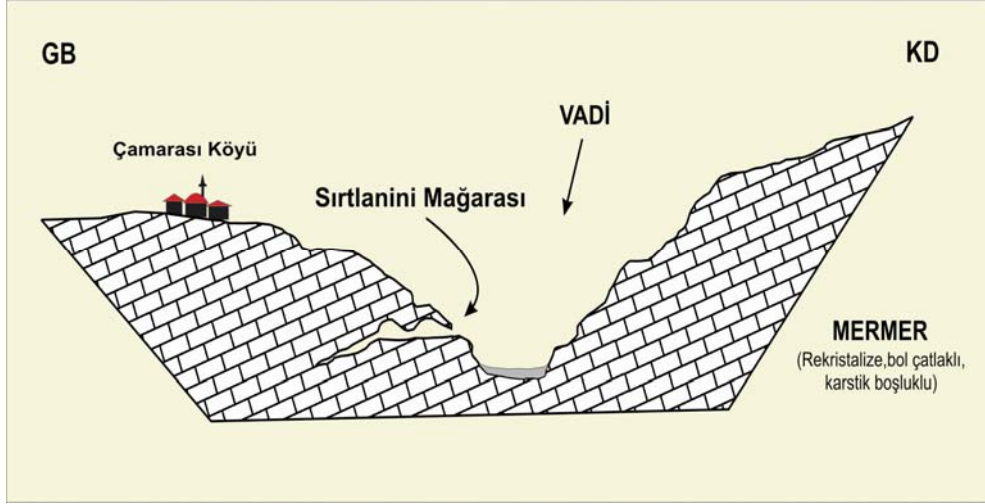
Şekil 4.1. İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası (MTA 2005'den uyarlanmıştır).

Sırtlanini mağarası Menderes Masifi'ni güneyden çevreleyen örtü zonunun mermerleri içinde zayıf bir zon üzerinde gelişmiş bir mağaradır. İçinde geliştiği kireçtaşları ileri derece metamorfizmaya uğramış bol kırıklı çatlaklı doğal olarak da çözünmeye müsait kayalardır (Güldalı ve diğ., 1985).

Taban seviyeleri ince kristalli ve gri beyaz olan kristalize kireçtaşlarının tabakalanmaları alttaki şistlerin şistozitesine uymaktadır. Üst seviyeler beyaz renkli iri kristalli şekerimsi yapıdadır. Yörede yüzlek veren birimler tektonik olaylara maruz kalmış fazla miktarda kıvrılmış ve eklemli yapı kazanmışlardır. Kırık ve çatlak yapılarına bağlı olarak bol miktarda erime boşlukları ve bunlara bağlı gelişmiş bir karst yapılaşması mevcuttur (Şekil 4.2). Alanda bol miktarda karstlaşma görülmektedir. Karstik rekrystalin kireçtaşları içerisinde bulunan Sırtlanini mağarasına ilişkin jeolojik kesit Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Sırtlanini mağarasının içerisinde geliştiği kireçtaşlarından bir görünüm (UTM Koordinat : 649289 D / 4165917 K).



Şekil 4.3. Sırtlanini Mağarası ve çevresinin basitleştirilmiş enine jeolojik taslak kesiti (ölçeksiz).

4.1.2. Jeomorfoloji

Sırtlanini çok dar bir ağızla başlar. 4-5 metre sonra asıl mağara boşluğuna ulaşılır. Bu boşluk çok büyük bir salondur. Bu salon zamanla yan yana gelişip duvar şeklini alan sütunlarla 5-6 bölüme ayrılmıştır. Merkezi büyük salon ve buna bağlı tüm odalar dikitler, sarkıtlar, sütunlarla süslüdür; duvarları perde ve bayrak travertenleri ile kaplıdır.

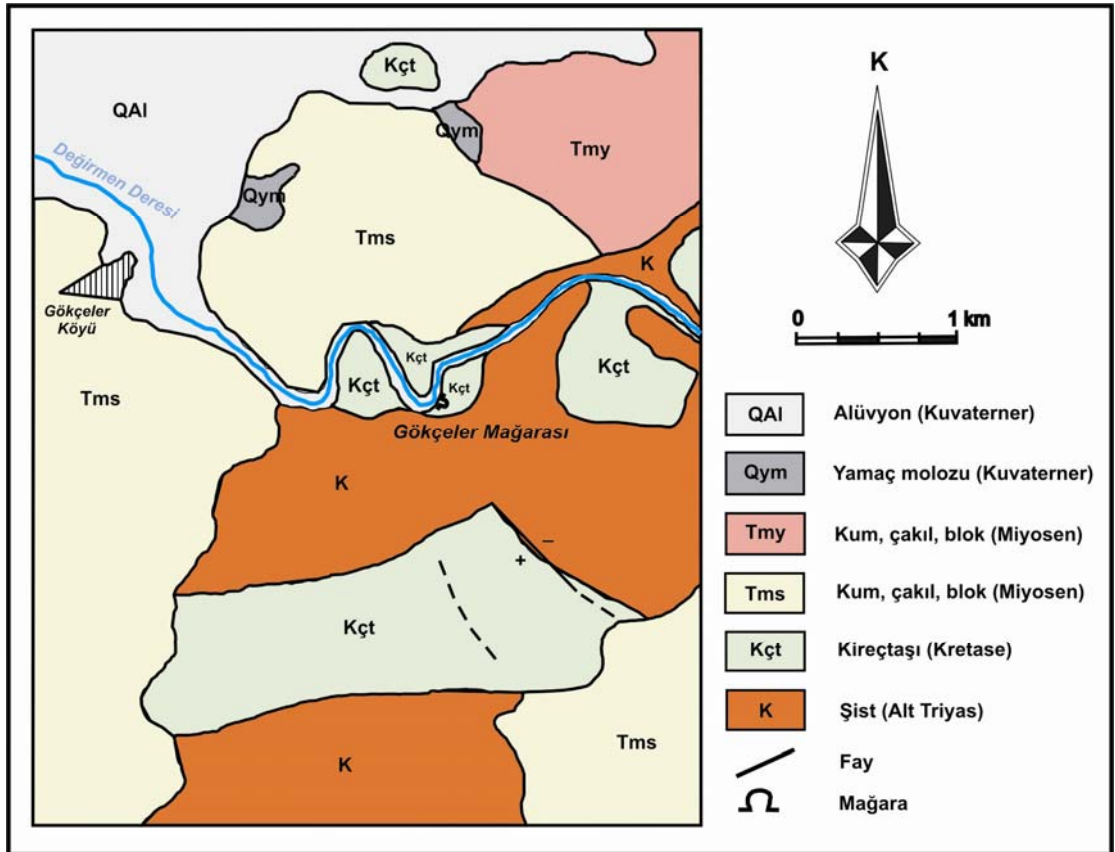
Mağara boşluğu topoğrafya yüzeyinden fazla derinde olmadığı için ağaç kökleri de tavanı geçerek mağara boşluğunda saçaklar oluşturmakta ve mağaranın güzelliğini arttırmaktadır. Bu mağara yakın zamanlara kadar sırtlanlar tarafından yuva olarak kullanılmıştır. Mağara içinde bu hayvanlara ait veya kurbanlarının kemik ve boynuzlarına sıkça rastlanmaktadır.

Mağaraya ilk girişte dikkati çeken mağara tavanından sarkan ağaç ve bitki kökleridir, bu da bize mağaranın giriş seviyelerinde tavan kalınlığının düşük olduğu ve topoğrafya yüzeyine yakın olduğunu göstermektedir.

4.2.Gökçeler Mağarası (Milas-MUĞLA)

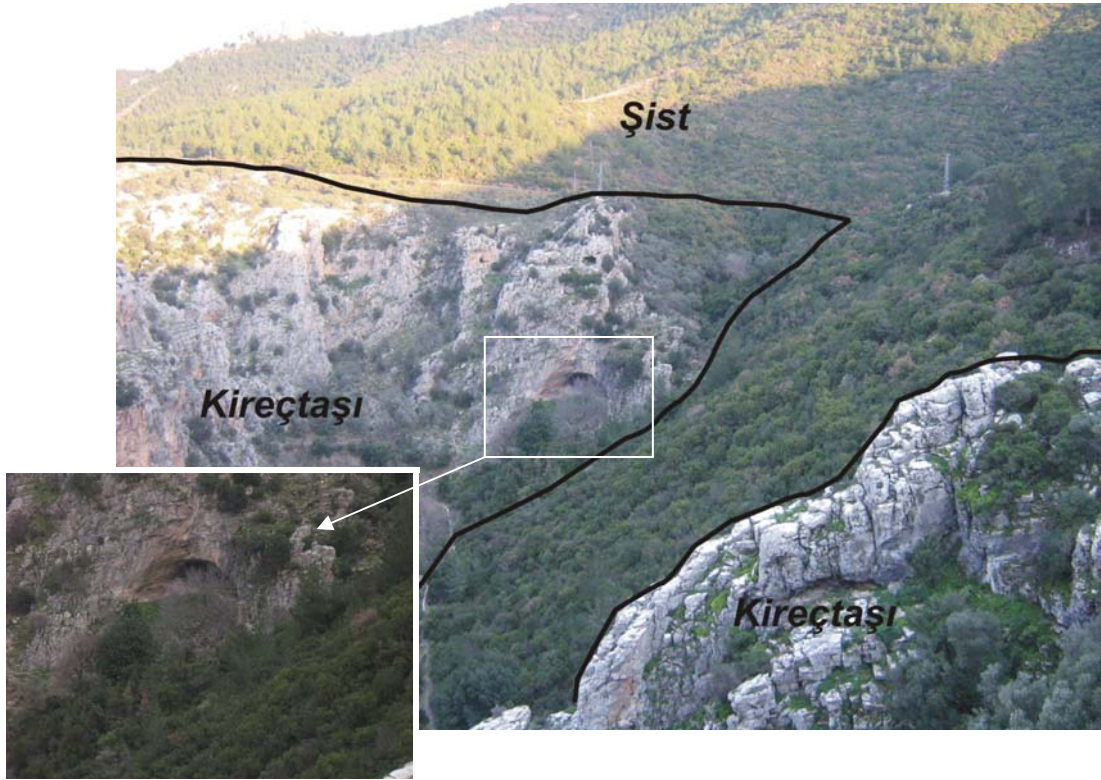
4.2.1. Jeoloji

Gökçeler (İncirliin) Mağarası ve çevresinde Menderes Masifi ve Neojen'e ait örtü kayalar yüzlek vermiştir (Şekil 4.4). Bölgenin en yaşlı birimini Permo-Triyas yaşlı şistler oluşturur (Nazik ve diğ., 1996). Serizit şist, killi şist, fillatlardan oluşan bu kayalar kirlili beyaz, sarı veya siyah renklidirler (Şekil 4.5). Şistler üzerine Üst Jura - Kretase yaşlı kristalize kireçtaşları gelmektedir. Son derece karstik olan ve içinde mağaranın geliştiği bu karbonatlı kayalar, mavimsi beyaz, yer yer yeşil parlak, ince-orta tabakalıdır. Topoğrafyanın üst seviyelerini veya belirgin yüksek tepeleri oluşturan kristalize kireçtaşı ve mermerler, şistler üzerinde örtü şeklinde bulunmaktadır (Şekil 4.6).

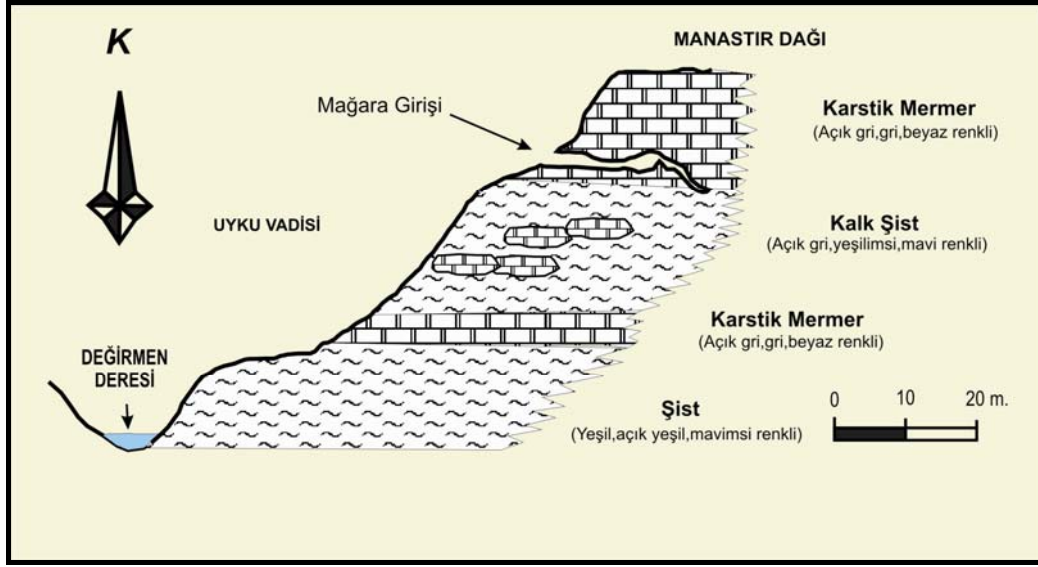


Şekil 4.4. Gökçeler mağarası ve çevresinin genel jeoloji haritası (Nazik ve diğ., 1996'dan değiştirilmiştir).

Menderes Masifi'ne ait şist ve kireçtaşlarının çevresindeki çukurluklarda ve üzerinde konglomera, killi kireçtaşı, tuf, marn ve kilden oluşan Miyosen çökelleri gelir. Kirli sarı, sarımsı beyaz, yeşilimsi, üst düzeyleri kırmızımsı kahve renkli olan bu çökellerin tabakaları ince-orta kalınlıktadır. Üzerlerinde gelişmiş bir akarsu ağı bulunan Miyosen birimleri, topoğrafyanın alt seviyelerini oluştururlar. Akarsu yatağı ve ova tabanlarında ise alüvyonlardan meydana gelen Kuvaterner çökelleri yer alır.



Şekil 4.5. Gökçeler mağarası ve çevresindeki birimlerden genel bir görünüm (UTM Koordinat : 567633 D / 4116241 K).



Şekil 4.6. Gökçeler mağarası ve çevresinin enine jeolojik taslak kesiti.

4.2.2. Jeomorfoloji

Gökçeler Mağarası çevresi Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner'e ait rölyef sistemlerinden meydana gelmiştir. Miyosen sisteminin en belirgin şeklini aşınım yüzeyi parçaları oluşturur. Genel olarak 450-500 metreler arası yüksekliklerde bulunan Miyosen aşınım yüzeyi, akarsu ve faylarla parçalanarak farklı düzeylerde yer alır. Bu yüzeyin en belirgin özelliği "sıyrılmış yüzey" karakterini taşımasıdır. Gökçeler Mağarası güneyinde Manastır Dağı (541 m) çevresinde görüldüğü gibi şist ve mermerleri kesen sarp bir topoğrafya vardır. Üst Miyosen ve Pliyosen'de yeniden aşınan bu yüzeyler, Orta Miyosen dönemi öncesine ait olmalıdır. Buna karşılık 150-250 metreler arasında ise Pliyosen aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Miyosen yüzeyleri çevresinde uzanan bu yüzeyler akarsularla parçalanmıştır. Bu akarsuların en önemlisi Değirmen Deresi'dir.

Başlangıçta (Pliyosen'de) Miyosen çökelleri üzerinde kurulan Değirmen Deresi, bu çökellerin aşındırılması sonucu, temele epijenik olarak gömülmüştür. Günümüzde ise derin bir kanyon vadi içinde akmakta ve farklı iki havzayı birbirine bağlamaktadır. Bu derenin yatağına gömülmesi sonucu bir çok dere asılı kalmıştır (Nazik ve diğ. 1996).

Değirmen Deresi'nin sol yamacında bulunan Gökçeler Mağarası, Pliyosen döneminin karakteristik bir şeklidir. Mağara, Üst Jura-Kretase yaşlı kristalize kireçtaşları içinde yatay olarak gelişmiştir. Derenin gömülmesi sonucu yeraltı sistemi parçalanarak vadoz zona geçmiştir. Günümüzde bütünüyle fosilleşen mağara, hidrolojik olarak kaynak konumundadır. Gelişiminde belirgin bir fay etkili olmuştur. Altta bulunan şistler (karst taban düzeyi) nedeniyle, bölgedeki jeomorfolojik gençleşmeye ayak uyduramayan Gökçeler Mağarası, fay ve çatlaklar nedeniyle kafesli bir yapıya sahiptir. Damlataş sütunları ana galeriyi, çok sayıda salona ayırmıştır (Nazik ve diğ., 1996).

Toplam uzunluğu 345 m olan Gökçeler Mağarası, birbiriyle bağlantılı beş salondan meydana gelmiştir. Bu salonlar arasındaki bağlantılar çoğu yerde 6-7 metrelik dik inişlerle sağlanmaktadır. Diklikler genel olarak damlataş birikimlerinden ileri gelmiştir. Orta bölümde bulunan Gösteri Salonu, mağaranın en aşağı (girişe göre -7 m) seviyedeki kesimidir. Buna karşılık en sonda bulunan ve fay üzerinde gelişen Damlataşlar Galerisi, girişe göre +12 m yukarıdadır.

Genişliği 3-10 m, tavan yüksekliği 2-20 metreler arasında bulunan Gökçeler Mağarası, damlataş birikimi bakımından son derece zengindir. Özellikle sarkıt, dikit ve sütunlar büyük kalınlık ve yüksekliğe ulaşmışlardır. Ayrıca mağara tabanının eğimine bağlı olarak, basamaklar şeklinde gelişen ve büyük sütunların etrafındaki damlataş havuzları çok derindir (1-4 m), (Şekil 4.7). Bu havuzlar senenin büyük bir bölümü kurudur. Genel olarak giriş, yarasalar ve havuzlu salonlarda bulunan damlataşlar, kısmen fosilleşmiştir. Buna karşılık Damlataşlar Galerisi'ndeki sarkıt, dikit, sütun ve makarna sarkıtların oluşumu devam etmektedir.



Şekil 4.7. Gökçeler mağarasının “Yarasalar Salonu”ndan bir görünüm.

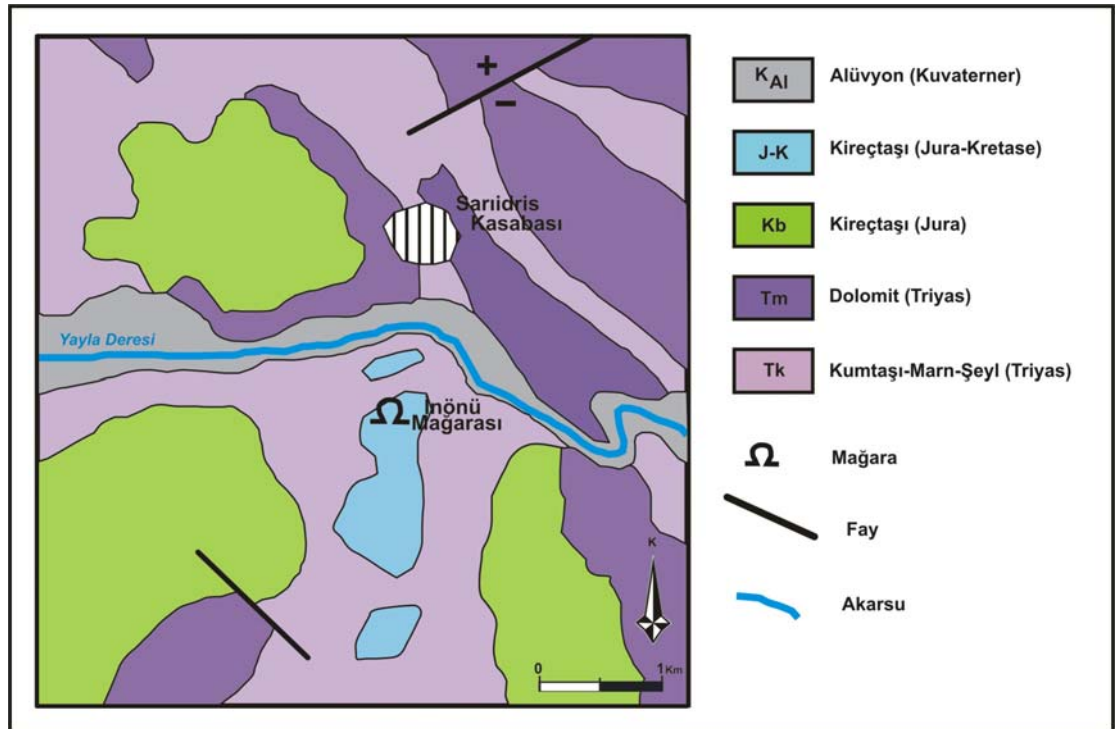
Gökçeler Mağarası'nın Havuzlu Salon'un sonuna kadar olan bölümlerinin tabanı moloz, toprak ve guano ile kaplıdır. Buna karşılık diğer bölümlerde örtü damlataşları ve çamur ile sıvanmıştır. Çamurlar, genellikle mağaranın en aşağı kesimlerinde (Gösteri Salonu ile Damlataşlar Galerisi'nin çukur yerleri) geniş yer kaplarlar.

4.3. İnönü Mağarası (Eğirdir-İSPARTA)

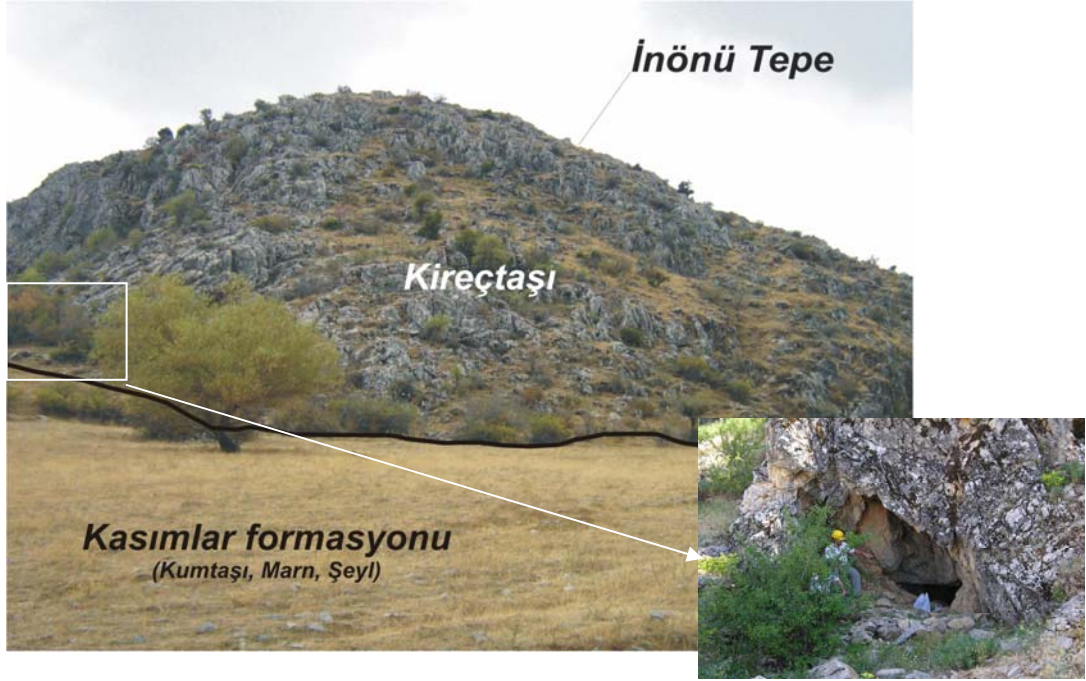
4.3.1. Jeolojisi

Triyas yaşlı geçirimsiz şeyller üzerinde örtü şeklinde bulunan Jura -Kretase kireçtaşları içinde gelişen İnönü Mağarası, belirgin çatlaklara bağlı olarak içice geçmiş kancalı bir yapı gösterir (Şekil 4.8). Kireçtaşları alttan ve yanlardan geçirimsiz birimlerce kuşatıldığından, mağara daha çok yatay olarak gelişmiştir.

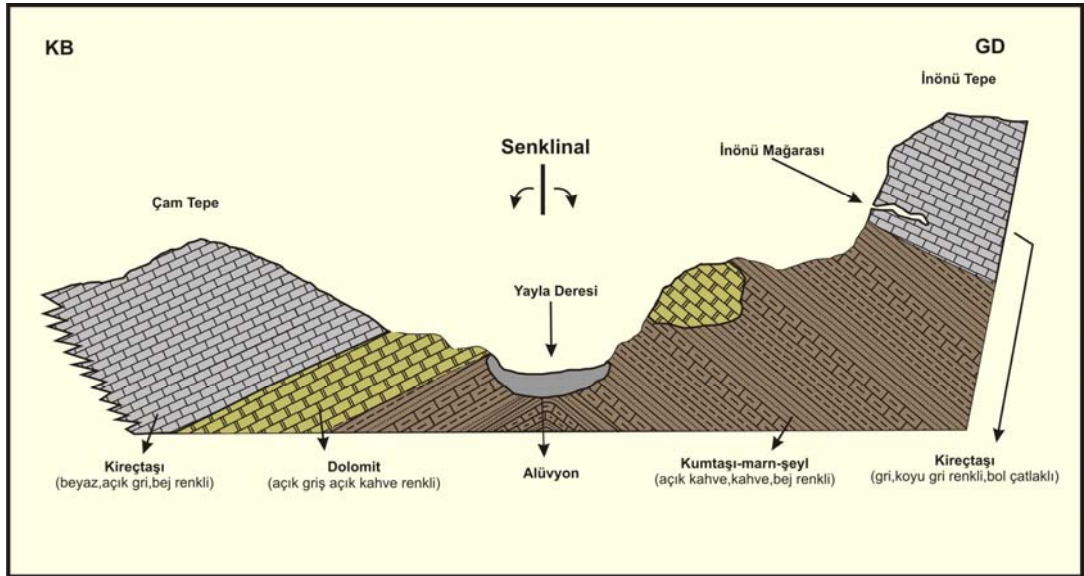
İnönü mağarası, kumtaşı ve şeyllerle temsil edilen ince – orta kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, koyu gri, siyah, kahve, açık kahve renklerde, yer yer bitümlü kıltaşı, silttaşı ve kumtaşları ile marnlardan oluşan Kasımlar Formasyonu üzerine, yine orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri ve yer yer beyaz renklerdeki resifal kireçtaşlarından meydana gelen birimler içerisinde gelişmiştir (Şekil 4.9 ve 4.10) .



Şekil 4.8. İnönü mağarası ve yakın çevresinin genel jeoloji haritası (MTA 1997'den değiştirilmiştir).



Şekil 4.9. İnönü mağarası ve çevresinde gözlenen jeolojik birimler (UTM Koordinat : 324597 D / 4200460 K).



Şekil 4.10. İnönü Mağarası ve çevresinin enine jeolojik kesiti (ölçeksiz).

4.3.2. Jeomorfoloji

Pliyosen rölyef sisteminin yer altındaki karakteristik bir şekli olan İnönü, kaynak konumlu yatay bir mağaradır. Bölgede, Eğirdir Gölü seviyesinin Kuvaterner'de alçalmasına bağlı olarak gelişen genç akarsularca parçalanmış (veya kapılmış) polye, uvala ve dolinler geniş yer kaplar. Kireçtaşları, parçalanmış olarak belirgin tepeleri oluştururlar ve farklı yükseltilerde bulunurlar. Buna göre, inceleme alanında etkili olan jeomorfolojik gençleşmeye, mağara ayak uyduramamıştır. Bu nedenle İnönü Mağarası'nın belirgin bir derinliği yoktur. Bununla birlikte kireçtaşının kalınlığına bağlı olarak, aralarında belirgin seviye farkı olmayan iki kattan meydana gelmiştir.

Toplam uzunluğu 227 m olan İnönü Mağarası'nın altta bulunan en son noktası, girişe göre -6 metrededir (Şekil 4.11). Birbirine bağlı birkaç kol ve iki kattan oluşan mağaranın genişliği 0,5 m - 6 m, tavan yüksekliği ise 1-4 metreler arasında değişmektedir. Tabanında moloz ile birikim ve kültür toprakları yer alır. Yan duvarlarda, özellikle alt katta görünimleri son derece güzel damlataşlar (sarkıt, dikit, sütun, duvar ve örtü damlataşları ile damlataş havuzları) gelişmiştir.



Şekil 4.11. İnönü Mağarasının dikey inişli giriş ağzı (Ekim 2007).

İnönü mağarasının girişindeki fosil galeri günümüzde kısmen çökmüş ve gün ışığına çıkmıştır. Asıl mağarayı oluşturan ikinci kısmın girişi ise girişteki fosil galeriye 4 m. aşağıda bulunmaktadır. Yaklaşık 90 cm.'lik dar bir giriş ağzından geçilerek bu kısma girilebilmektedir. Bu dar geçişten sonra mağara 1,5 m ila 3,5 m. arasında değişen bir tavan yüksekliğine sahiptir.

Bol miktarda sarkıt ve dikit içeren mağarada, sarkıt ve dikit yapıları ağırlıklı olarak yumru şekillidir. Mağara birçok irili ufaklı oda, odacık, salon ve bunları birbirine bağlayan dar ve uzun pasajlardan oluşmaktadır. Mağaranın içinde irili ufaklı birçok çatlak, yarık ve bunlara bağlı kırık sistemleri bulunur. Ayrıca mağaranın belli zonlarında blok boyutunda tavan çökmeleri mevcuttur (Şekil 4.12).



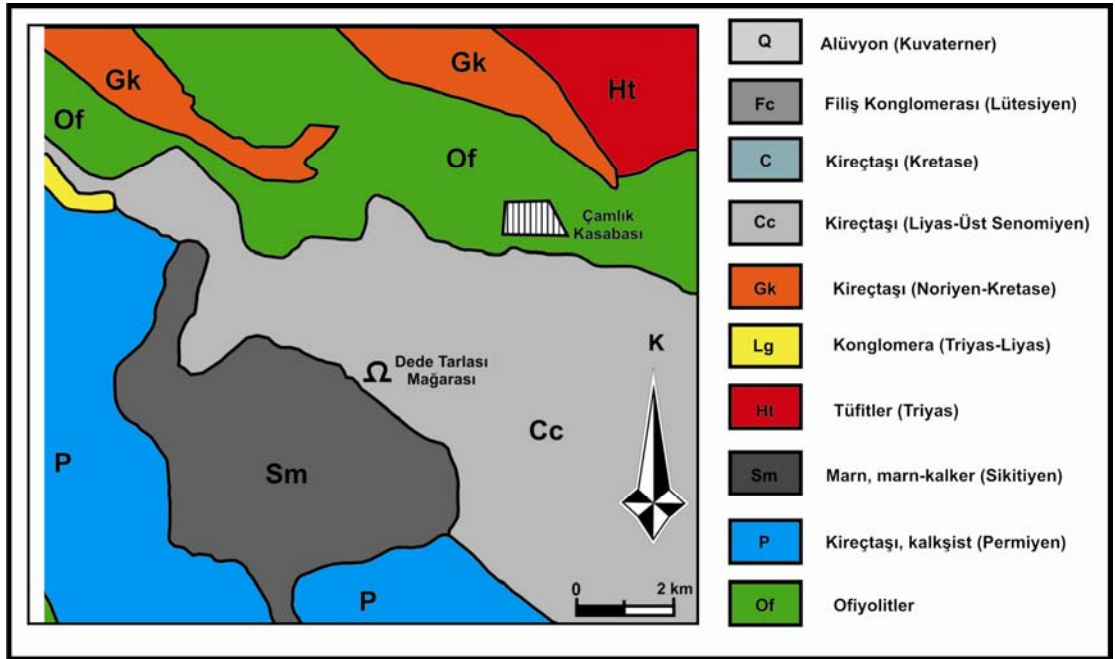
Şekil 4.12. İnönü mağarası tavanından düşen blok boyutlu kayalar (Ağustos 2007).

İnönü Mağarası'nın içinde bulunan bir diğer ilginçlik de insan iskelet parçalarıdır. Daha çok alt katta bulunan bu kemiklerden kafatasları çok iyi şekilde korunmuştur. Üzerlerinde herhangi bir inceleme yapılmayan iskeletlerin Erken Hristiyanlık Dönemi'nden kaldığı sanılmaktadır (Nazik ve diğ. 1996).

4.4. Dede Tarlası Mağarası (Beyşehir-KONYA)

4.4.1. Jeolojisi

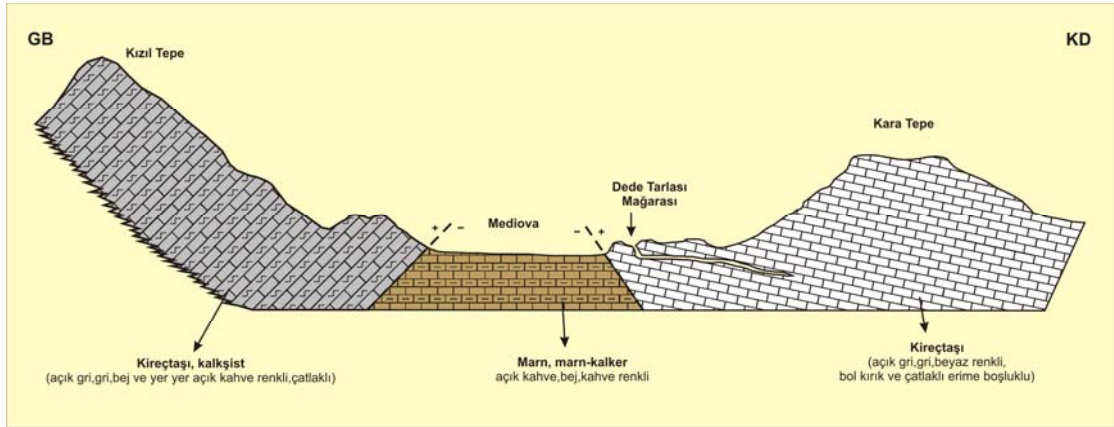
Yakın çevrenin diğer mağaraları gibi Dede Tarlası mağarası da Beyşehir-Hoyran Napları'na ait Jura-Kretase yaşlı Çamlık kireçtaşlarında gelişmiştir. Karstlaşmaya son derece uygun olan bu kireçtaşlarının hemen altında, litolojik olarak geçirimsiz Triyas yaşlı marnları yer alır. Mağaranın bulunduğu bölgede kireçtaşlarının kalınlığı çok azdır. Yüzeyden kapalı bir havza durumunda olan Mediova, marnlar üzerinde gelişmiştir. Mağara ise kireçtaşı-marn kontakta oluşmuştur (Şekil 4.13 ve 4.15).



Şekil 4.13. Dede Tarlası Mağarasının genel jeoloji haritası (Monod 1979, Nazik ve diğ. 1993'den derlenerek alınmıştır).



Şekil 4.14. Dede Tarlası mağarası ve çevresindeki birimlerden genel bir görünüm (UTM Koordinat : 377475 D / 4133625 K, bakış yönü KD).



Şekil 4.15. Dede Tarlası mağarası ve çevresinin enine jeolojik kesiti (ölçeksiz).

4.4.2. Jeomorfolojisi

Dede Tarlası mağarası Nazik (1993)'e göre Üst Pliyosen'den beri gelişimini sürdüren bir mağaradır ve Pliyosen rölyef sisteminin bir parçası olan Mediova'nın kuzey kenarında bulunmaktadır. Üst Miyosen aşınım yüzeyi parçaları arasında ve onların etrafında gelen Pliyosen yüzeyleri, Uzunçay ve devamı olan Balat Deresi tarafından doğu-batı yönünde derince parçalanmıştır. Daha önceki bölümlerde de

değindimiz gibi, parçalanma, Üst Pliyosen sonrasında meydana gelen tektonik hareketlere bağlı olarak oluşmuştur. Bu hareketler sonucu, Beyşehir Gölü ve Kembos Polyesi batısında alçalmış bölgelerin gelişimi ile akarsular derine gömülmüştür (Nazik ve diğ, 1993).

Mağara bütün uzunluğu boyunca tabakalanma düzlemi boyunca oluşmuştur. Ana koridorun genel yönelimi kuzey batıya doğrudur. Girişin ilerisinde bulunan mağaranın tamamı tavanına doğru kış ve yaz mevsimleri boyunca akmaktadır. Mağaranın girişi 7 m. genişliğinde büyük geniş bir yay ve 9 m. yüksekliğindedir. Aynı zamanda 12 m. genişliğinde 6 m. yüksekliğinde bir odaya geçiş gösteren kısa bir koridordan oluşmaktadır. Taban kısmı büyük çakıllarla örtülüdür. Bariyerlerin ötesindeki koridor alçalmaktadır ve bu koridor boyunca gelen akma tabakalanma düzlemi boyunca akma meydana gelmekte bu akmanın türü yıldan yıla değişmektedir.

Mağaranın giriş kısmında bulunan pasajdan yaklaşık 60 m. sonra akıntı eklem takımına doğru devam eder ve yüksekliği giderek artar. Alçak olan pasaj ana koridora doğru düz bir şekilde devam eder. Nehir yatağı tekrar tabakalanma düzeyine doğru akmaya devam eder ve 6-9 m. genişlikte ve 2-3 m. yükseklikte artarak devam eder. Ovoid şekilli yuvarlaklaşmış çakılların tavanı sarımsı kahverengi kalsit şeridiyle örtülüdür. Bu bölüm mağaranın en çekici kısmıdır. Pasaj sonunda boyutu azalır. Dar bir birikinti havuzuna ulaşmadan önce daha çamurlu hale gelir. Ana girişin yukarısında ve sonunda 30 m. uzunluğunda bir fosil mağara bulunmaktadır. Bu kısım mağaranın ileri kısmını oluşturmaktadır.

5. HİDROJEOLOJİ

Çalışma alanı ve çevresinde genellikle yazıları kuru, kışları akar durumda olan düzensiz rejime sahip mevsimlik dereler bulunmaktadır. İnceleme alanının yakınlarında ise sırasıyla Türkiye'nin önemli göllerinden olan Eğirdir ve Beyşehir gölleri bulunmaktadır. Ancak bu göllerin inceleme sahasıyla hidrojeolojik açıdan bir bağlantısı bulunmamaktadır. Bununla beraber mağaralardan ve yakın çevresindeki su kaynaklarından alınan su örnekleri bahsi geçen göl sularının özellikleriyle kıyaslanmıştır. Tez sahasında mağaraların geliştiği Menderes Metamorfileri içerisinde yer alan mermerler ile Beydağı otoktonlarındaki kireçtaşları, tektonik etkenler ve jeolojik süreçlere bağlı olarak çok çatlaklı ve karstik özelliklere sahiptirler. Doğal olarak bu alanlar karstik akifer özelliği göstermektedir. Bu yöredeki yerleşim yerleri, bu kayalardan çıkan kaynaklardan içme suyunu karşılamaktadır.

İnceleme alanında su kaynaklarının hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla mağaralardaki damlama suları ile bu mağaralar çevresindeki mevcut su kaynaklarından, Şubat-2007, Mayıs-2007, Ağustos-2007 ve Kasım-2007 tarihlerinde olmak üzere dört ayrı dönemde örnekleme ve kimyasal analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Alınan su örneklerinde yerinde pH, sıcaklık ($T^{\circ}\text{C}$) ve Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri ölçülmüştür. Ayrıca, arazide alınan su örnekleri 10 ml., 100 ml. ve 250 ml'lik şişelerde muhafaza edilmiştir. Su örneklerindeki ağır metal içeriklerini korumak için $\text{pH} < 2$ koşulu sağlanacak şekilde HNO_3 ile asitlenerek, örnekler ACME (Kanada) Laboratuvarına analiz için gönderilmiştir. Su örneklerinde (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, In, Ir, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, Os, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, Ru, S, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn ve Zr) elementleri ölçülmüştür.

Mağaralardaki damla sularının kökeninin belirlenmesi için alınan su örneklerinde çevresel izotop analizleri ($\delta^{18}\text{O}$ - δD) yapılmıştır. Oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) ve Döteryum (δD) izotop analizi University of East Anglia (İngiltere)

Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak SO₄ ve HCO₃ analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü bünyesindeki hidrojeokimya laboratuvarlarında yapılmıştır.

5.1. Suların Fiziksel Özellikleri

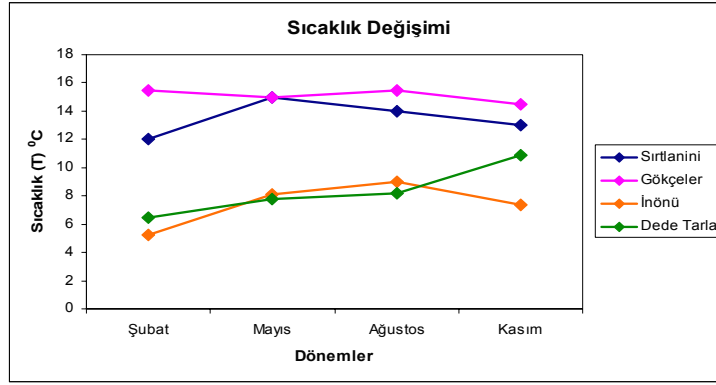
İnceleme alanında mağaraların ve çevresindeki su kaynaklarının fiziksel özellikleri arazide ölçülmüştür (Tablo 5.1). Ölçülen parametreler ile ilgili aşağıda ayrı başlıklar olarak detaylı olarak anlatılmıştır.

5.1.1.Sıcaklık (T, °C)

İnceleme alanında 2007 yılında 4 dönem olmak üzere Şubat, Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarında mağaralarda sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre İnönü mağarasının diğer mağaralara göre daha serin olduğu saptanmıştır (Tablo 5.1). Sırtlanini ve Gökçeler mağaralarında ise sıcaklık açısından büyük bir değişimin olmadığı görülmüştür. Ancak Dede Tarlası mağarasında ölçülen sıcaklık oranında anlamlı bir değişim olduğu görülmüştür (Şekil 5.1).

Tablo 5.1 : İnceleme alanındaki mağaraların sıcaklık değerleri (T, °C)

T (°C)	Şubat 2007	Mayıs 2007	Ağustos 2007	Kasım 2007	ORTALAMA
Sırtlanini Mağarası	12	15	14	13	13,7
Gökçeler Mağarası	15,5	15	15,5	14,5	15,3
İnönü Mağarası	5,2	8,1	9	7,4	7,4
Dede Tarlası Mağarası	6,5	7,8	8,2	10,9	7,5



Şekil 5.1 : İnceleme alanındaki mağaralardaki sıcaklık değişim grafiği (T, °C).

Lokasyon Parametre		SIRTLANİNİ MAĞARASI							
		Şubat 2007		Mayıs 2007		Ağustos 2007		Kasım 2007	
		Mağara	Kaynak	Mağara	Kaynak	Mağara	Kaynak	Mağara	Kaynak
Sıcaklık (T, °C)	pH	7,76	6,45	6,96	5,91	8,24	7,77	7,45	5,74
	EC (µS/cm)	466	374	531	401	566	415	486	421
	Su	12	10	15	17	8,1	11,6	13	16
	Mağara	12,5	-	14,3	-	7,8	-	13,5	17
	Mağara dışı	10,5	11	24	24	27	27	12	15

Şekil 5.2 : Sırtlanini mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.

Lokasyon Parametre		İNÖNÜ MAĞARASI							
		Şubat 2007		Mayıs 2007		Ağustos 2007		Kasım 2007	
		Mağara	Kaynak	Mağara	Kaynak	Mağara	Kaynak	Mağara	Kaynak
Sıcaklık (T, °C)	pH	8,52	7,89	8,24	7,77	7,94	7,33	7,85	7,18
	EC (µS/cm)	528	310	566	415	510	406	547	397
	Su	5,1	9	8,1	11,6	9	13	7,4	10,8
	Mağara	6,5	-	7,8	-	8	-	7,8	-
	Mağara dışı	4,5	4,8	27	27	29	29	6,9	17

Şekil 5.3 : İnönü mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.

Lokasyon Parametre		GÖKÇELER MAĞARASI							
		Şubat 2007		Mayıs 2007		Ağustos 2007		Kasım 2007	
		Mağara		Mağara		Mağara		Mağara	
Sıcaklık (T, °C)	pH	8,67		7,79		8,03		8,21	
	EC (µS/cm)	672		621		598		631	
	Su	15,5		15		15,5		14,5	
	Mağara	16,5		16,5		16		15,5	
	Mağara dışı	12		27		29		13,5	

Şekil 5.4 : Gökçeler mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.

Lokasyon Parametre		DEDE TARLASI MAĞARASI							
		Şubat 2007		Mayıs 2007		Ağustos 2007		Kasım 2007	
		Mağara	Dere	Mağara	Dere	Mağara	Dere	Mağara	Dere
Sıcaklık (T, °C)	pH	8,02	7,66	7,84	6,77	8,21	7,34	7,25	7,2
	EC (µS/cm)	590	695	531	613	477	611	396	415
	Su	6,5	6	7,8	7	8,4	12	10,9	12,6
	Mağara	7,5	-	8	-	8	-	10,5	-
	Mağara dışı	4	4	23	23	24,5	24,5	19	17

Şekil 5.5 : Dede Tarlası mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.

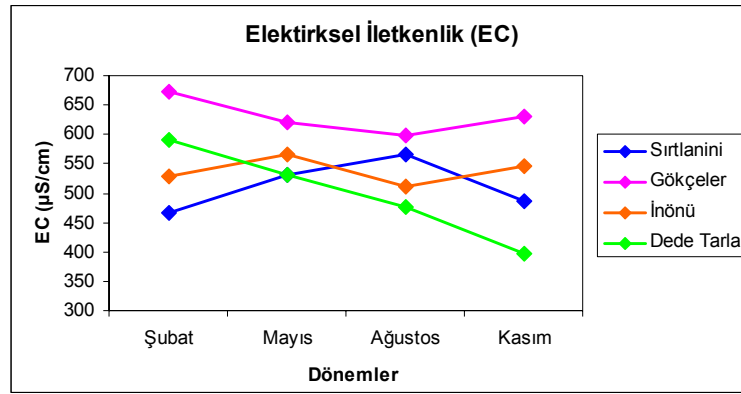
5.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletebilme özeliğinin sayısal ifadesi olarak 25C°'de mikromho/cm veya mikroSiemens/cm (µS/cm) olarak verilmektedir. Suların EC'leri, suda toplam çözünmüş madde miktarına, suların yeryüzüne çıkıncaya kadar izledikleri yola, temasta oldukları kayaçların cinsine, çözünürlüklerine, iklime, bölgedeki hidrojeolojik koşullara ve suyun sıcaklığına bağlıdır.

Derişim aynı olsa bile sıcaklık arttıkça çözeltilinin ölçülen EC'side artmaktadır. Toplam Çözünmüş Madde ile artış gösteren EC değeri, sudaki toplam iyon derişiminin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Türk Standartları Enstitüsü (TS-266) içme suyu için 2500 µS/cm sınır değeri olarak belirtmiştir.

İnceleme alanında örneklenen, su kaynakları, yüzey suları ve mağaralardaki sarkıtlardan alınan damlama sularının EC değerleri 390-670 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. En düşük EC değeri 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak Dede Tarlası mağarasında ölçülmüştür. Bu durum, kaynağın mevsimsel yağışlardan beslendiği ya da su kayaç ilişkisinin kısa süreli olabileceğini göstermektedir.

Genel olarak Gökçeler mağarasındaki damlataş sularının EC değerleri 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir (Şekil 5.2). İnönü mağarasındaki damlataş sularının EC değerleri ise 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Sırtlanini mağarasındaki suların EC değerleri ise kurak dönemlerde artış göstermektedir (Şekil 5.6).



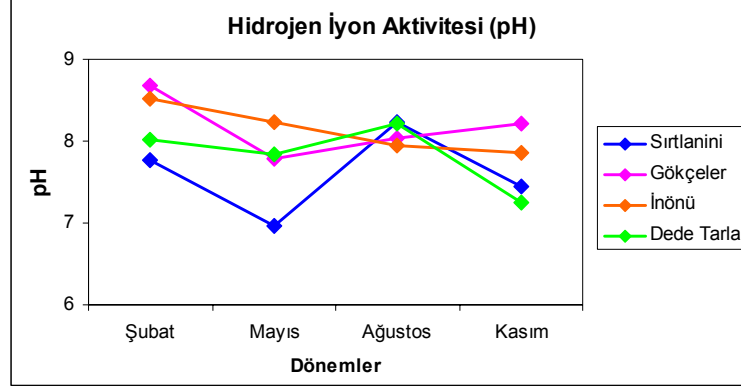
Şekil 5.6 : İnceleme alanındaki mağaralardaki damlataş sularının elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin değişim grafiği.

5.1.3 Hidrojen İyon Aktivitesi (pH)

pH suyun hidrojen iyonu derişiminin bir ölçüsü olup sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi gösterir. Doğal yeraltısularının pH değeri 5,91-8,67 arasında değişmektedir. Sudaki karbonat, hidroksit ve bikarbonat iyonları suyun bazik özelliğini artırırken, serbest mineral asitleri ve karbonik asit suyun asit özelliğini artırmaktadır.

Suların aşındırıcı (düşük pH) ve kabuk bağlayıcı (yüksek pH) özellikleri suların pH değerlerinden kaynaklanmaktadır. Atmosferdeki CO_2 gazı fiziksel çözünme ile

sulara geçer ve hidratasyon sonucunda karbonik aside dönüşerek sulara çözüldürücü - aşındırıcı özellik kazandırır.



Şekil 5.7 : İnceleme alanındaki mağaralardan alınan suların hidrojen iyon aktivitesi (pH) değerlerinin değişim grafiği.

İnceleme alanında mağaralardan alınan damlataş sularının mevsimlere bağlı olarak pH değişimleri 6,5 ile 8,5 arasında değişmektedir (Şekil 5.3) Genel olarak tüm mağaralarda damla suları bazik karakterlidir. Ancak Sırtlanini mağarasında Mayıs ayında alınan suyun pH'ı yaklaşık 7 iken Ağustos ayında 8,5 olarak ölçülmüştür. Bu pH değerlerindeki yüksek salınım değerleri Sırtlanini mağarasındaki suların su-kayaç ilişkisinin diğer mağaralara göre fazla olduğunu, ayrıca mağaranın mevsimlere bağlı yağışlar sonucunda oluşan meteorik sulardan büyük oranda etkilendiğini gösterir (Şekil 5.7).

6. HİDROJEOKİMYA

İnceleme alanında su kaynaklarının hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla mağaralardaki damlama suları ile bu mağaralar çevresindeki mevcut su kaynaklarından, Şubat-2007, Mayıs-2007, Ağustos-2007 ve Kasım-2007 tarihlerinde olmak üzere dört ayrı dönemde örnekleme ve kimyasal analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Alınan su örneklerinde yerinde pH, sıcaklık ($T^{\circ}\text{C}$) ve Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri ölçülmüştür.

Ayrıca, arazide alınan su örnekleri 10 ml., 100 ml. ve 250 ml'lik şişelerde muhafaza edilmiştir. Su örneklerindeki ağır metal içeriklerini korumak için $\text{pH}<2$ koşulu sağlanacak şekilde HNO_3 ile asitlenerek, örnekler ACME (Kanada) Laboratuvarına analiz için gönderilmiştir. Su örneklerinde (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, In, Ir, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, Os, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, Ru, S, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn ve Zr) elementleri ölçülmüştür.

Mağaralardaki damla sularının kökeninin belirlenmesi için alınan su örneklerinde çevresel izotop analizleri ($\delta^{18}\text{O}$ - δD) yapılmıştır. Oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) ve Döteryum (δD) izotop analizi University of East Anglia (İngiltere) Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak SO_4 ve HCO_3 analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü bünyesindeki hidrojeokimya laboratuvarlarında yapılmıştır.

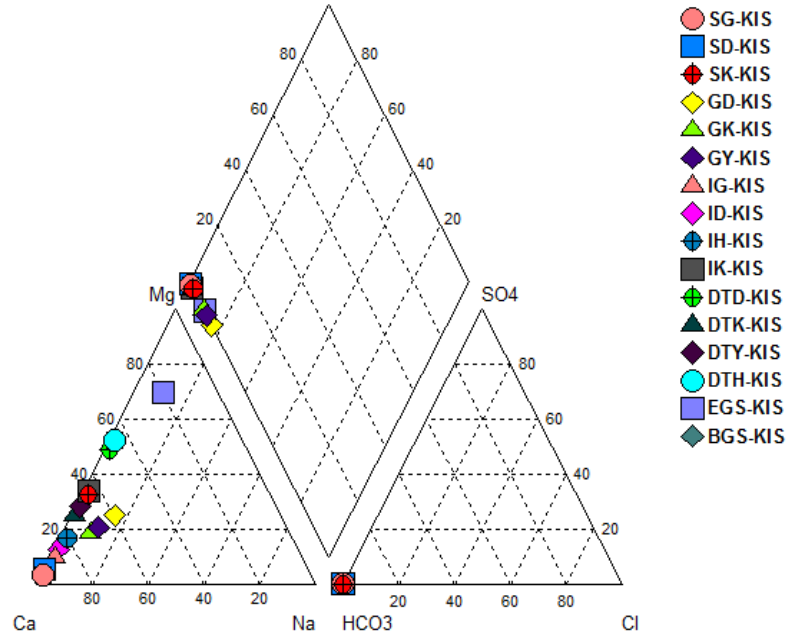
Mağaralardan alınan su örneklerinin analizi sonucunda elde edilen majör anyon ve katyon değerlerinden yararlanılarak suların kökenlerine ilişkin bir dizi çalışma yapılmıştır. Su kaynaklarının kökenine ilişkin çalışmalarda hidrojeolojide en yaygın yöntemler olan Piper ve Schoeller diyagramları kullanılmaktadır.

Çalışma sahasında elde edilen analiz sonuçlarının mevsimsel değişimlerine göre hazırlanan Piper diyagramında (Şekil 6.1, 6.2, 6.3 ve 6.4) görüldüğü üzere, sular Ca-HCO₃'lü su tipini yansıtmaktadırlar. Mevsimler arasında bu açıdan bir değişiklik söz konusu değildir.

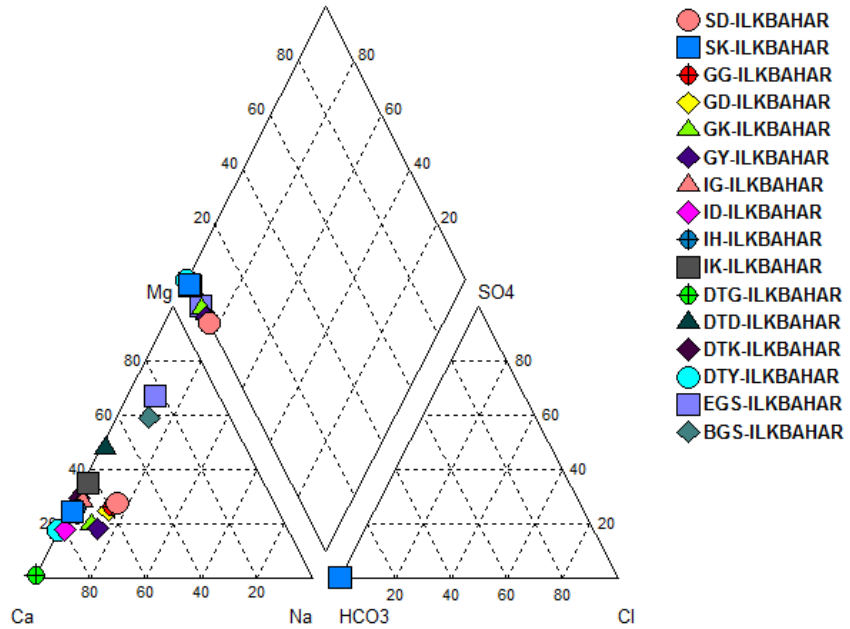
Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer pikler verir. Çalışma sahasındaki sular genel olarak birbirine paralellik göstermektedir (Şekil 6.5, 6.6, 6.7 ve 6.8). Su örnekleri Ca-Mg-HCO₃ iyonlarınca zengindir.

Proje sahasındaki mağara, kaynak ve göllerden (Beyşehir ve Eğirdir) alınan suların laboratuvarlarda ICP-AES / ICP-MS analizleri sonuçlarına göre elde edilen majör anyon ve katyon değerleri EK-1'de verilmiştir. Söz konusu veriler ayrı ayrı Pie diyagramlarında değerlendirilmiştir (Şekil 6.9 a ve 6.9b). Değerler bölgeler göre farklılık göstermektedir. Genel olarak kalsiyum (Ca) elementinde görülen yüksek değer su-kayaç etkileşiminden kaynaklanmaktadır.

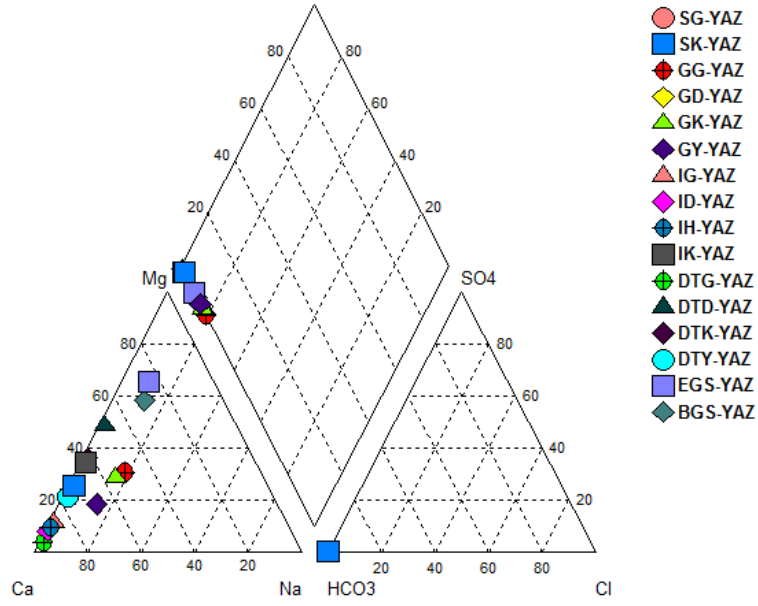
Gökçeler mağarası diğer mağaralardaki sulardan farklı olarak oldukça yüksek miktarda Na içermektedir. Yazın Sırtlanini mağarasındaki damlama suyunda ise % 20 oranında Na katyonu gözlenmektedir. Ayrıca bölgede bulunan iki önemli göl suyundan numune alınmış ve bu göllerden Beyşehir gölünde Na ve Ca değerleri, Eğirdir gölünde ise daha yüksek Mg konsantrasyonları ölçülmüştür. Katyon dizilimi Ca>Mg>K>Na anyon dizilimi ise HCO₃>SO₄>Cl'dur.



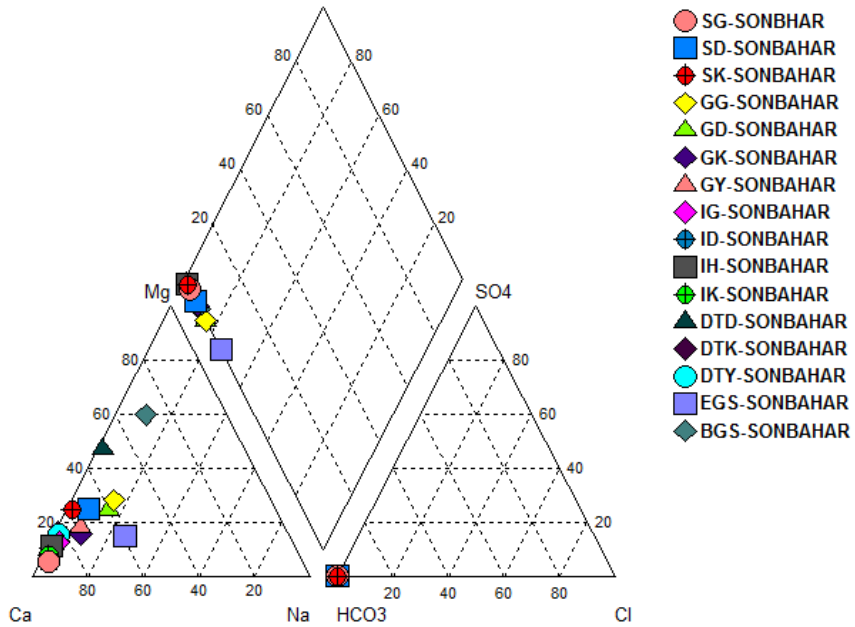
Şekil 6.1 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında kış - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.



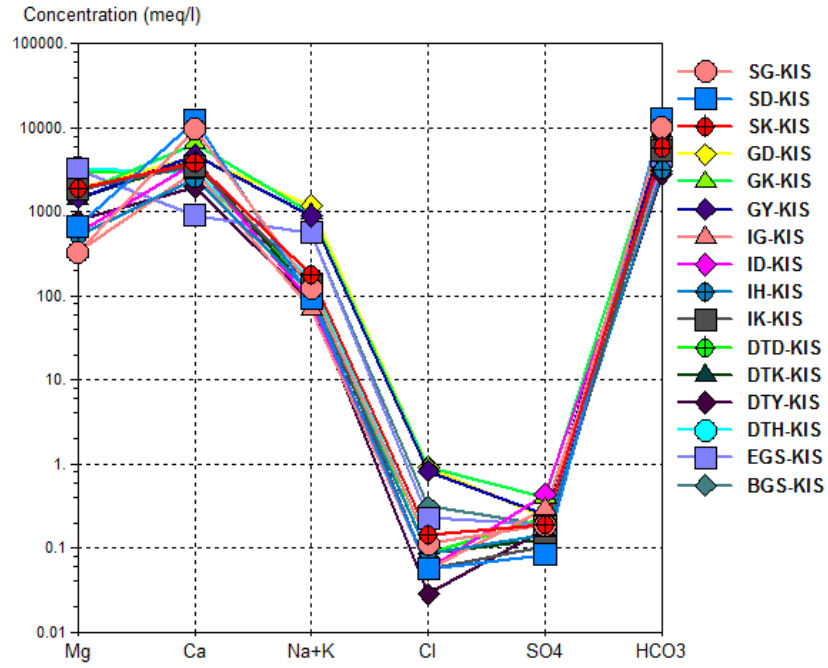
Şekil 6.2 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında ilkbahar - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.



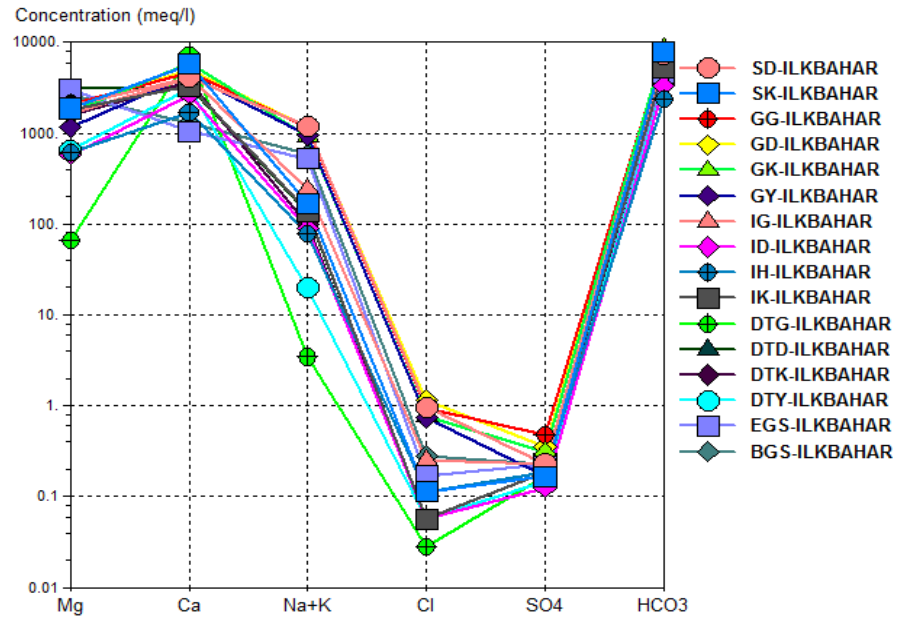
Şekil 6.3 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında yaz - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.



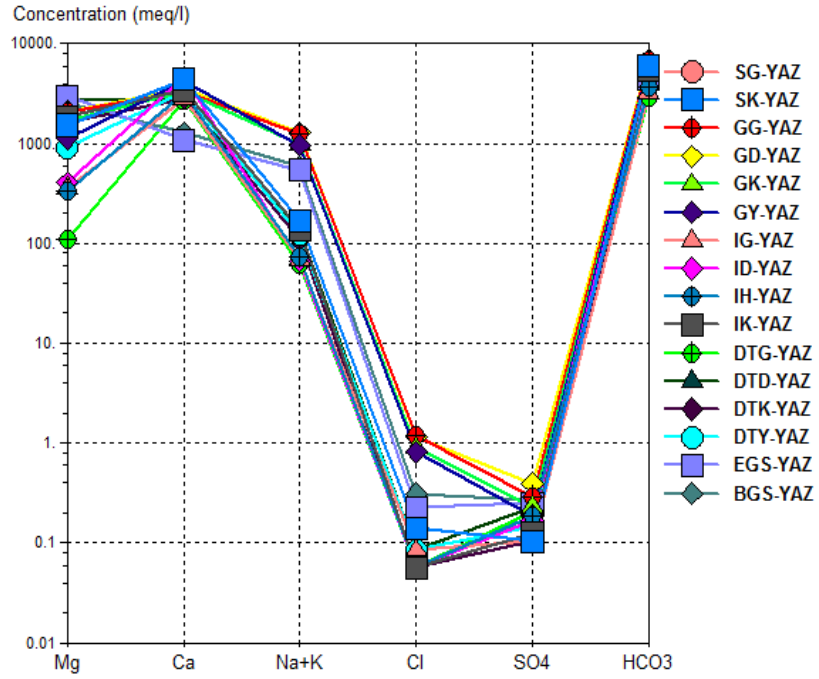
Şekil 6.4 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında sonbahar - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.



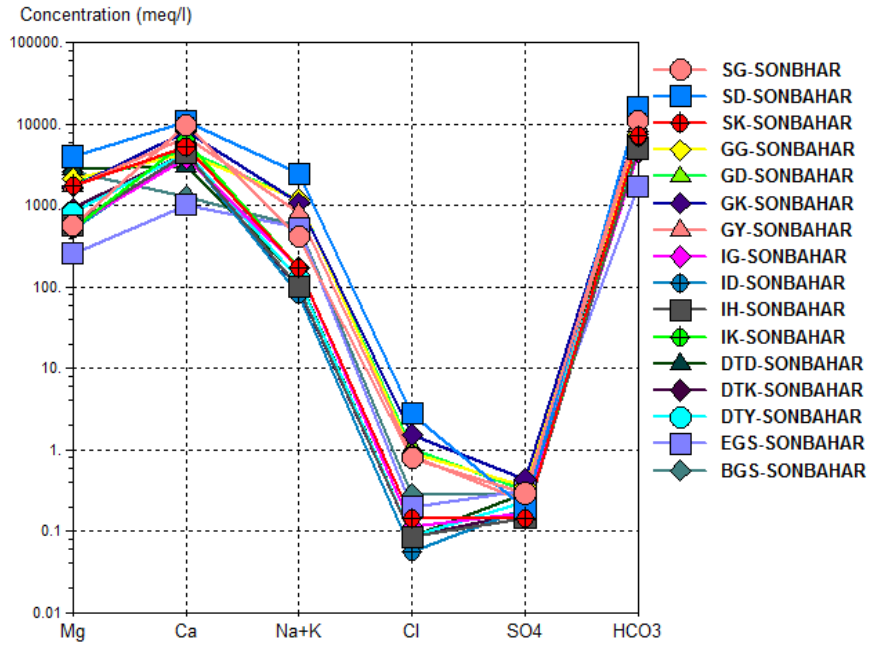
Şekil 6.5 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında kış - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.



Şekil 6.6 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında ilkbahar - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.

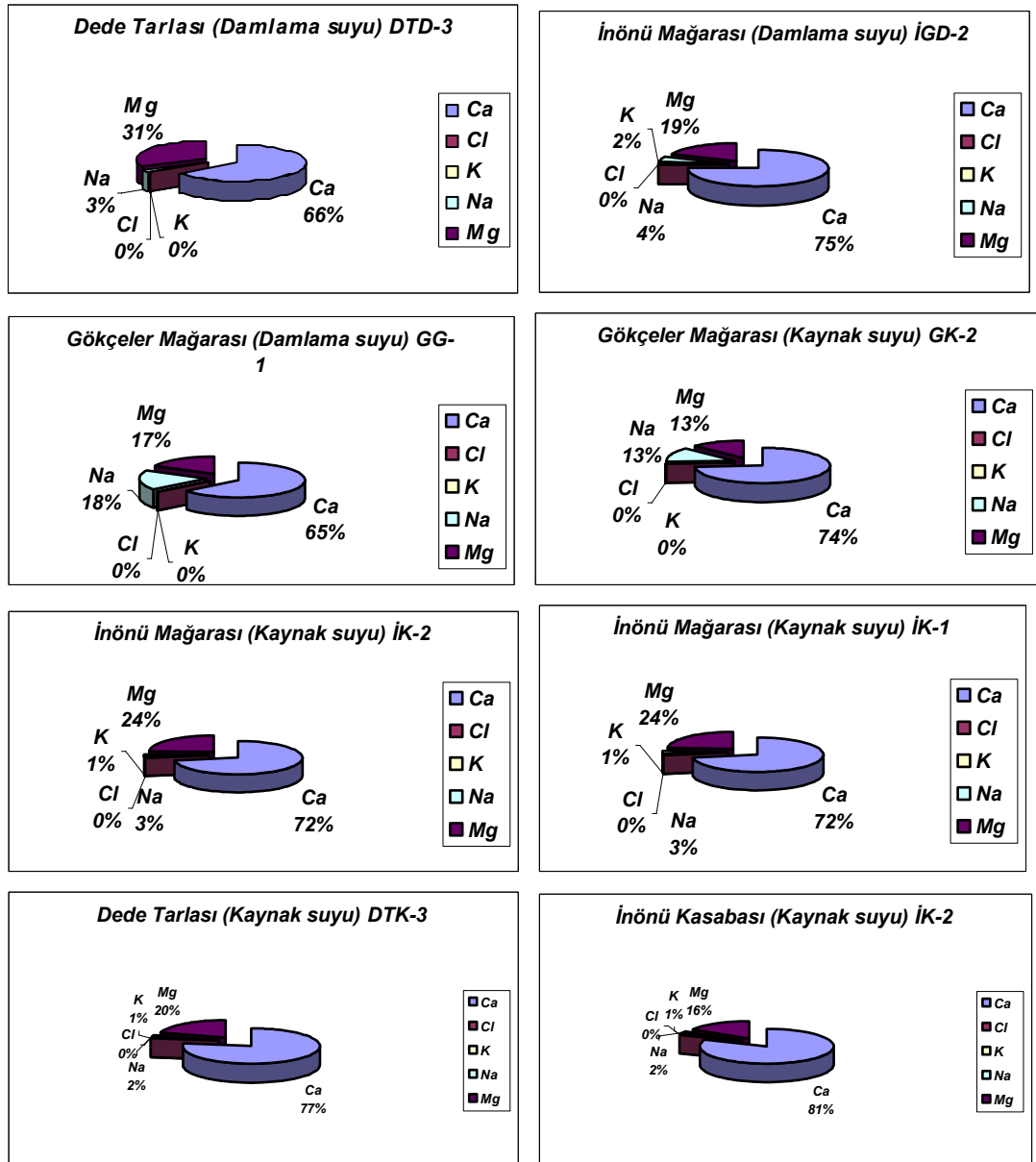


Şekil 6.7 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında yaz - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.

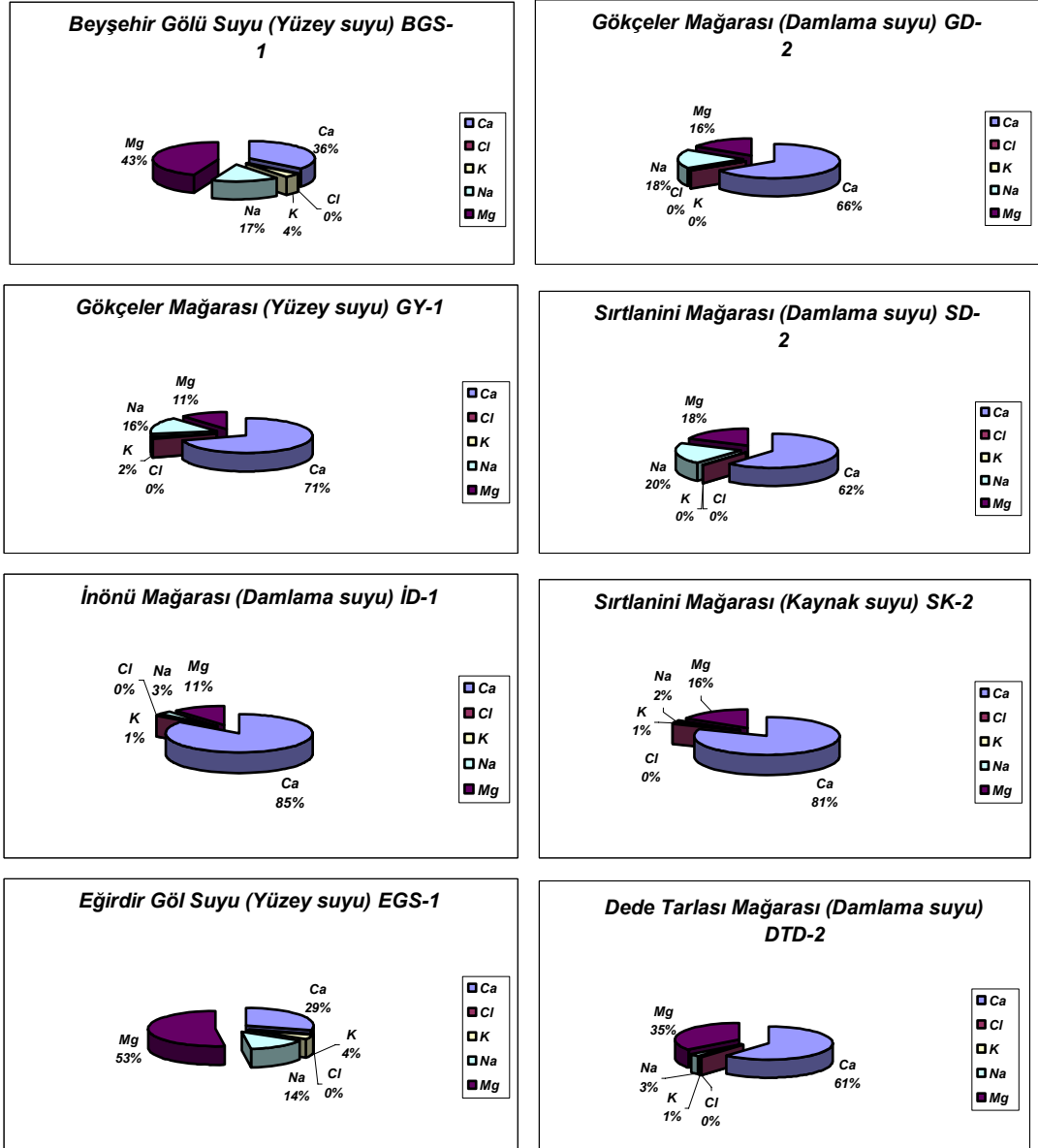


Şekil 6.8 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında sonbahar - 2007 döneminde elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.

Çalışma alanındaki mağaralardan alınan örneklerin analizi sonucunda ulaşılan major anyon ve katyon değerleri aşağıdaki Pie diyagramları ile açıklanmaya çalışılmıştır. Burada genel olarak hakim iyon Ca elementidir. Bunun nedeni ise çalışma alanı içerisindeki mağaraların geliştiği kayaların genellikle kireçtaşları ve dolomitik kayalar olmasıdır. Bu kayalar ile meteorik suların etkileşimi sonucunda Ca elementinin ağırlıklı olarak kireçtaşlarından, Mg elementinin ise Dolomitlerden geldiği düşünülmektedir.



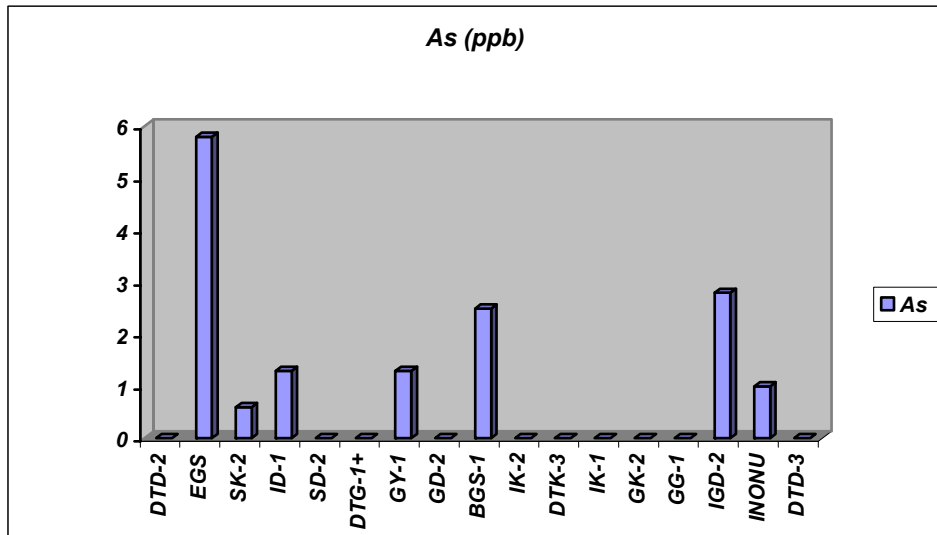
Şekil 6.9 a) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda yüzde majör-anyon katyon değerlerini gösteren Pie diyagramları.



Şekil 6.9 b) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan yüzde majör-anyon katyon değerlerini gösteren Pie diyagramları.

Aşağıdaki grafiklerde ise mağaralar ve yakın çevresindeki su noktalarından alınan örneklerin element içeriklerinin değişimi görülmektedir. Ayrıca mağaralar ve çevresindeki sulara majör iz element analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ayrı ayrı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 10a; 10ö).

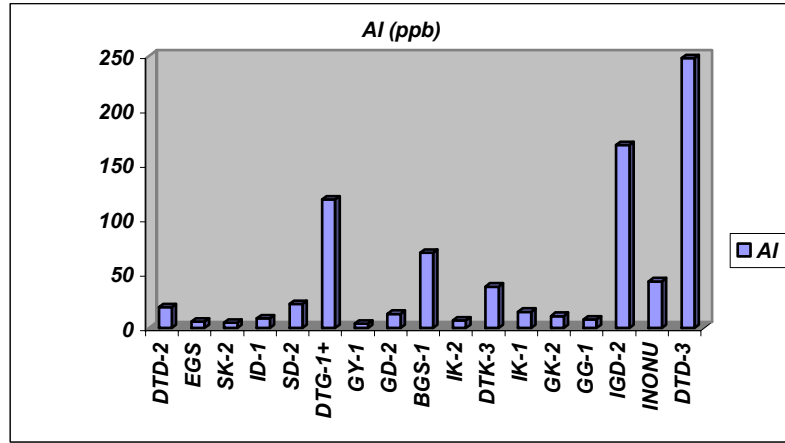
Bu veriler Sağlık Bakanlığı'nın öngördüğü içme suyu standartları için önerilen limitler içerisinde yer almaktadır. Arsenik konsantrasyonu en yüksek EGS noktası olarak adlandırılan Eğirdir gölü suyunda noktasında ölçülmüştür (Şekil 10a). Bunun başlıca nedeni ise Eğirdir, Senirkent, Barla ve Uluborlu ilçelerinin gölün beslenme havzası içinde bulunmaları ve bu ilçelerdeki sanayi faaliyetleri (konserve, gıda, balık, dericilik ve gül yağı v.b.) ile tarım ilaçlama çalışmaları sonucunda göle etkileşim olduğu düşünülmektedir.



Şekil 6.10 a) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Arsenik (As) değerleri.

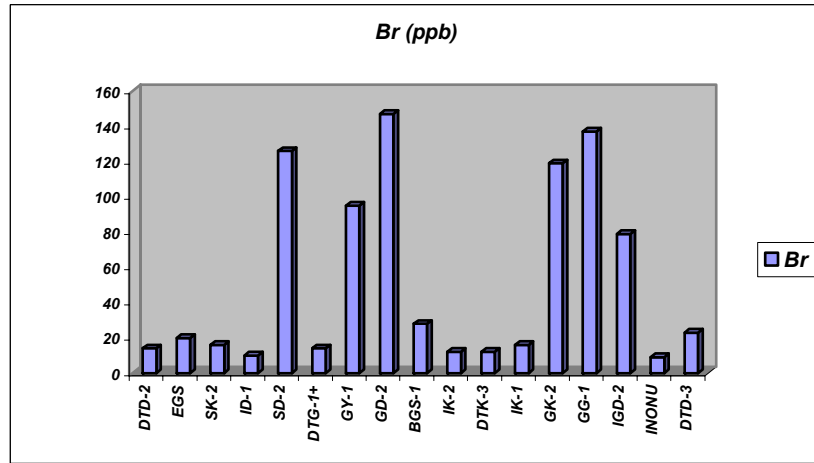
Alüminyum konsantrasyonunun en yüksek değeri ise 248 ppb ile DTD-3 noktası olan Dede Tarlası mağarasının içindeki kaynaktan gözlenmiştir. Ama genel anlamda kloritli sulara alüminyum çok düşük seviyelerde oluşur (<~0,02 mg/kg) Asitik sular ise kayaç ilişkisi nedeniyle yüksek (yaklaşık 100 mg/l)Al³⁺ içerir (Nicholson, 1993). Bu grafiğe göre DTD-3 kaynağının Dede Tarlası mağarasının hemen kuzeyinde bulunan ofiyolitik kayalardan bir beslenimi veya bağlantısı olabileceğinden söz edebiliriz (Şekil 6.10b).

Ayrıca Türkiye'nin en önemli Alüminyum kaynaklarından birisi olan Seydişehir Boksit yatakları da Dede Tarlası mağarasının hemen kuzeybatısında yaklaşık 40-45 km'lik bir mesafede bulunmaktadır. Dolayısıyla buda oradaki yer altı suları ile Çamlık bölgesinin kaynakları arasında bir etkileşimin olduğunu anlatmaktadır. Zira su kaynaklarındaki değerler buldukları konumlara bağlı olarak değişmektedir ve Seydişehir bölgesine doğru yaklaşıldıkça sulardaki Al⁺ iyonunun miktarı da artmaktadır.

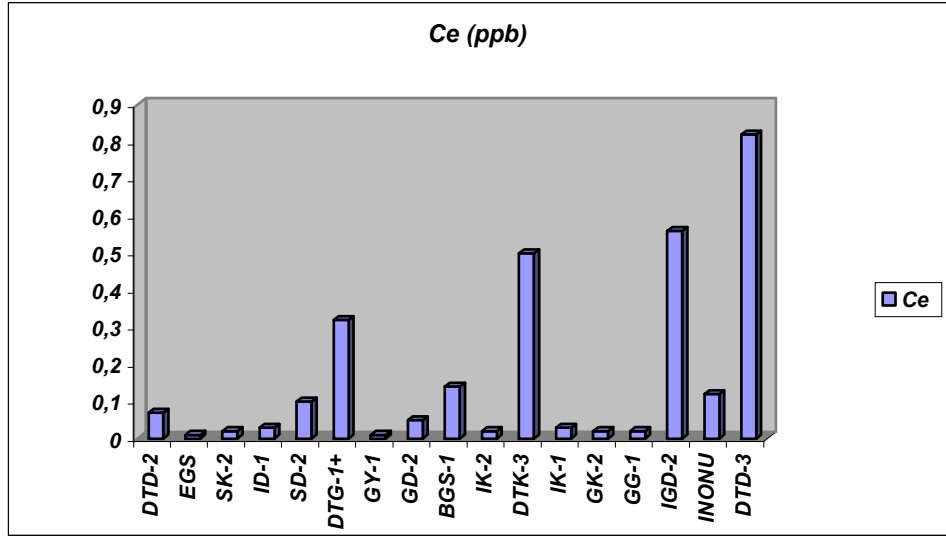


Şekil 6.10 b) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Alüminyum (Al) değerleri.

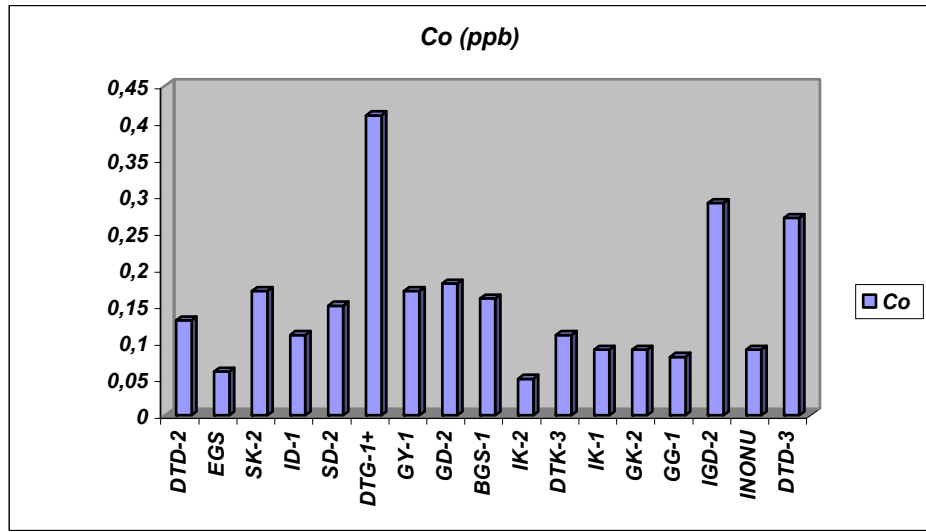
Brom değerleri, tabanda şist ve kalkşistin hâkim olduğu Gökçeler mağarasında ise tepe değerlere ulaşmaktadır.



Şekil 6.10 c) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Brom (Br) değerleri.



Şekil 6.10 d) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Seryum (Ce) değerleri.

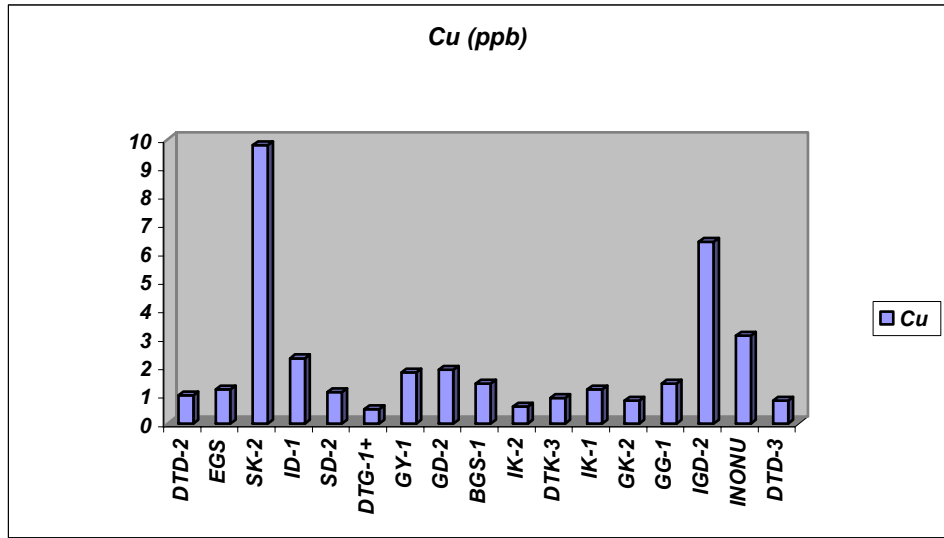


Şekil 6.10 e) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Kobalt (Co) değerleri.

Genellikle bakır içeren sülfür ve karbonat mineralleri veya doğal bakır halinde yer kabuğundaki kayalarda bulunan Bakır'ın çözünürlüğü çok düşük olduğundan; sulardaki bakırın çok az bir kısmı doğal kökenlidir (Hem, 1985)

Bakır değerlerindeki en büyük farklılık ise Sırtlanini mağarasının yakınındaki SK-2 kaynağında görülmüştür. Sırtlanini mağarasının içerisinde geliştiği Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının, içerisinde bulunan zımpara mercceklerinin alterasyonu sonucunda buradaki kaynakların etkilendiği tahmin edilmektedir. Ayrıca bu yöredeki zımpara ocakları ve işletmelerinin atıkları ile de bu kaynakların kirlenmesi söz olabilir (Şekil 6.10f).

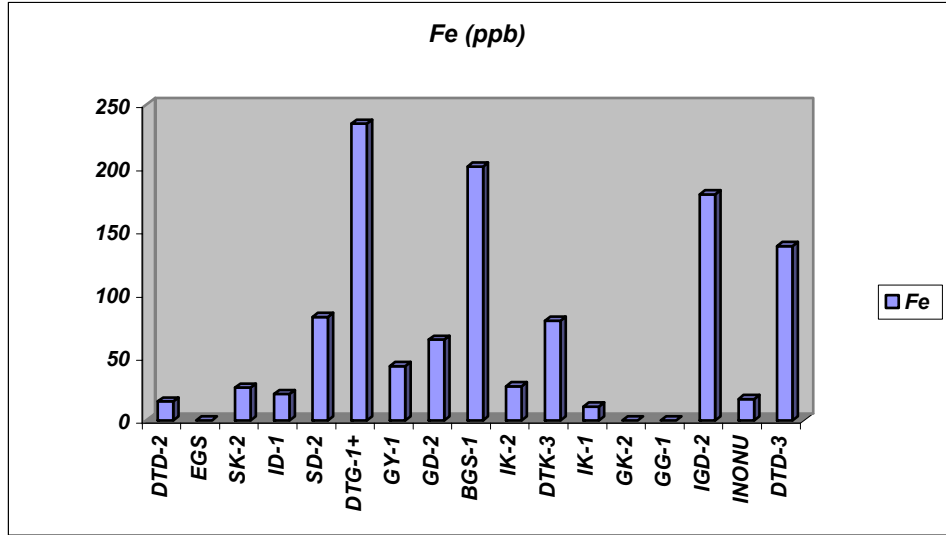
Ayrıca Sırtlanini mağarasının kuzeyindeki Babadağ'ın güneydoğusunda çok önemli bakır zuhurları bulunmakta ve işletilmektedir. Az da olsa bu bölgelerden bakır zuhurlarının alterasyonu ya da işletmenin atıklarının yer altı suyuna sızması sonucunda bakır iyonundaki yüksek konsantrasyonlara neden olabilmektedir.



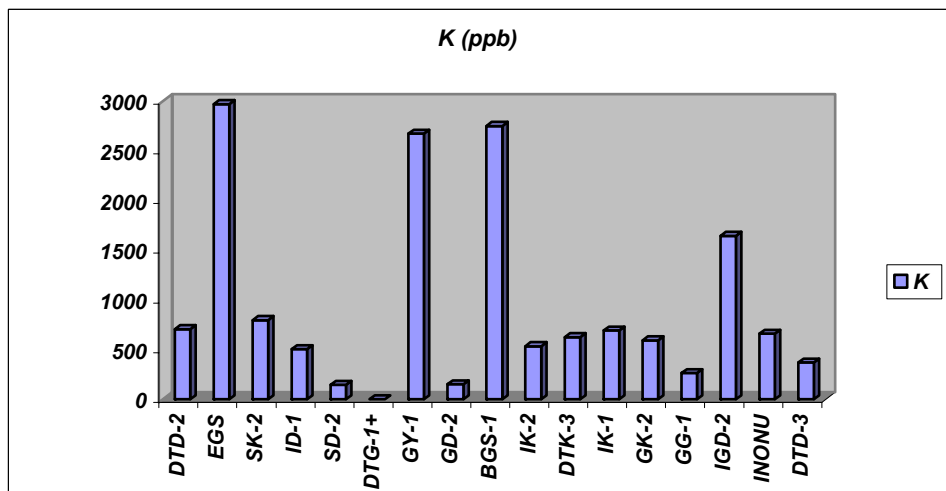
Şekil 6.10 f) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Bakır (Cu) değerleri.

Magmatik, metamorfik ve sedimanter kökenli kayalarındaki birçok mineralde ve toprakta Demir elementine rastlanabilir. Magmatik kayaç minerallerinden piroksenler, amfiboller, biyotit, magnetit ve olivinin yanısıra metamorfik ve sedimanter kayalarındaki birçok mineralde ve toprakta yaygın olarak bulunan bir element olan Fe'in bazı termal kaynaklarda 10-100 mg/l arasında değiştiği belirtilmektedir (McNeely ve diğ., 1979).

Dede Tarlası mağarasına yakın kaynaklarda yüksek değerler alması, yine bölgenin yakındaki ofiyolitik kaya topluluklarının alterasyonundan ileri geldiği söylenebilir. Tabii ki demir miktarının sudaki konsantrasyonu, suyun sıcaklık ve pH'na bağlı olarak değişiklik gösterir (Şekil 6.10g).

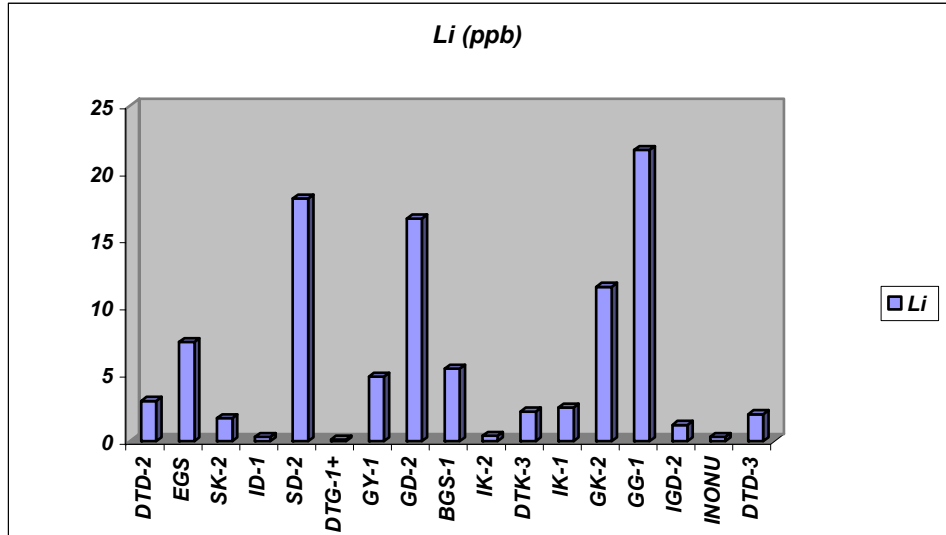


Şekil 6.10 g) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Demir (Fe) değerleri.



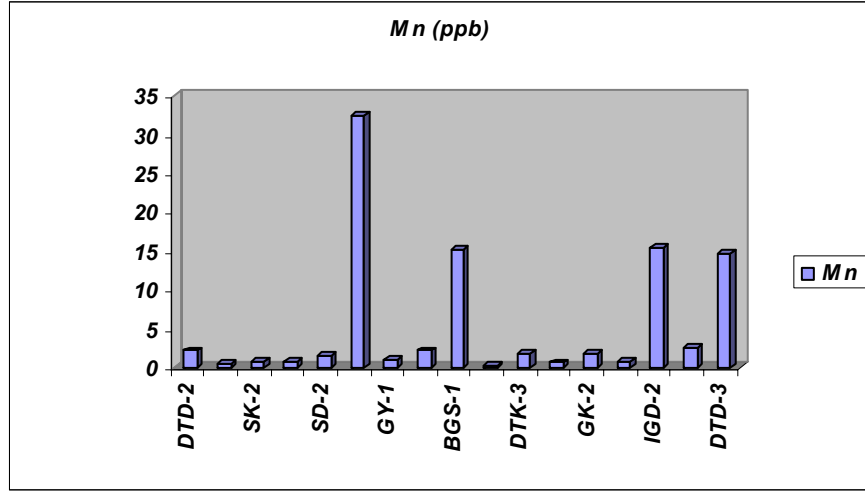
Şekil 6.10 h) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Potasyum (K) değerleri.

Li elementi migrasyon yani yüzeyde artan hareket ile azalabilen bir elementtir. Genelde yüksek değer gösteren yerler ise aşağıdaki şekil 6.10i'de de görülebildiği gibi, mağaraların genelde en derin ve yüzeye uzak olan kısımlarıdır. Li elementinin tipik konsantrasyon seviyesi $Li^{+} < 20$ mg/l'dir ve yüzeye yakın reaksiyonlarla kil mineralleri içine alınır (Nicholson, 1993).

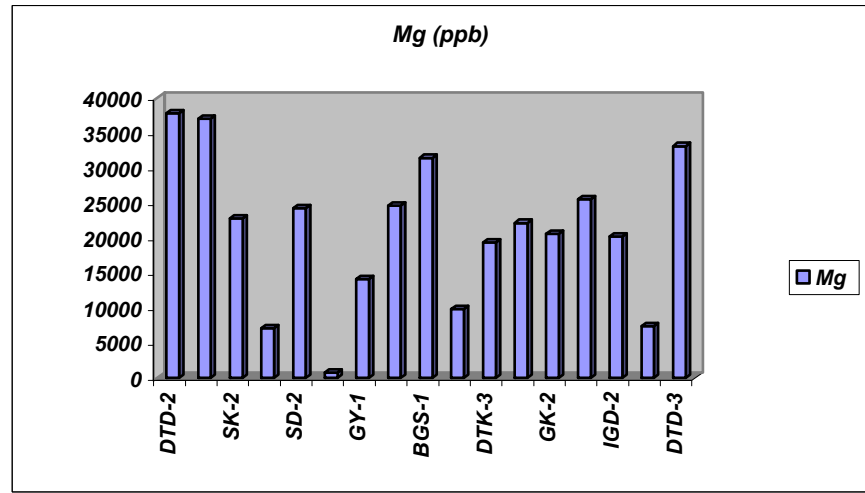


Şekil 6.10 ı) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Lityum (Li) değerleri.

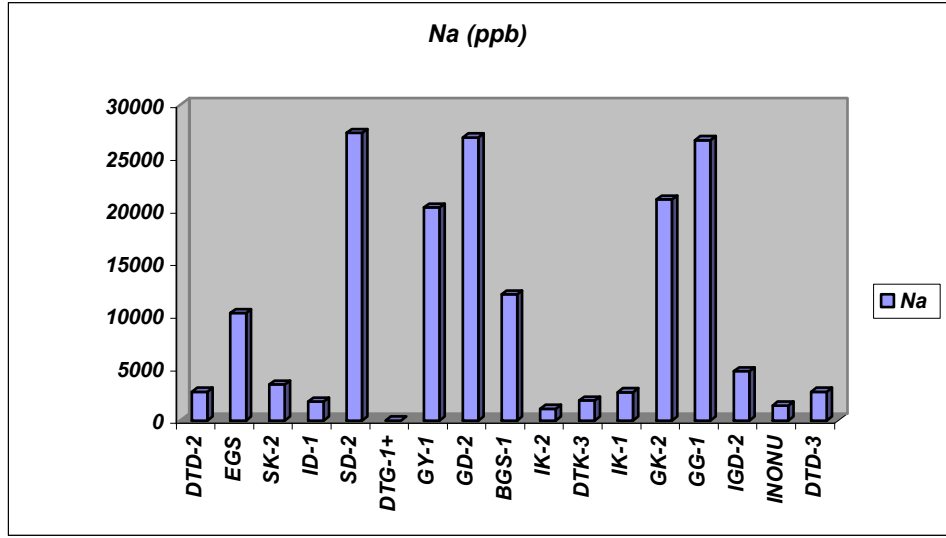
Mangan genel olarak çözünmüş oksijene doymuş yeraltı sularında çökerken, oksijensiz ortamlarda demirle birlikte bol miktarda bulunmaktadır. Yeraltısularında çözülmüş oksijen miktarına bağlı olarak da su içerisinde bulunan Mn miktarı değişmektedir Mangan ise genel olarak metamorfik ve magmatik kayalarda olivin, piroksen ve amfibol minerallerinde bulunur. Yine bu mangan miktarında ki artışı Dede Tarlası mağarasında yüzlek veren ofiyolit kayalara bağlayabiliriz.



Şekil 6.10 i) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Manganez (Mn) değerleri

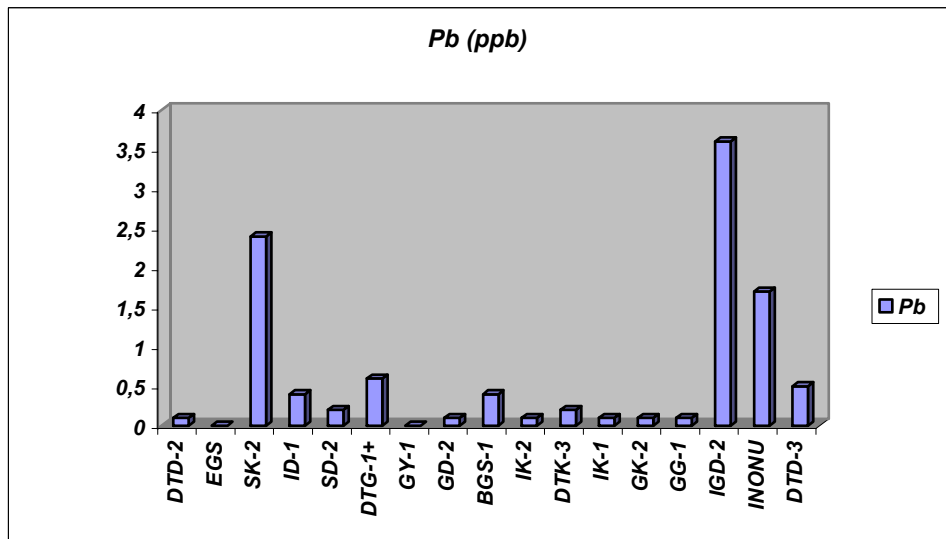


Şekil 6.10 j) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Magnezyum (Mg) değerleri.

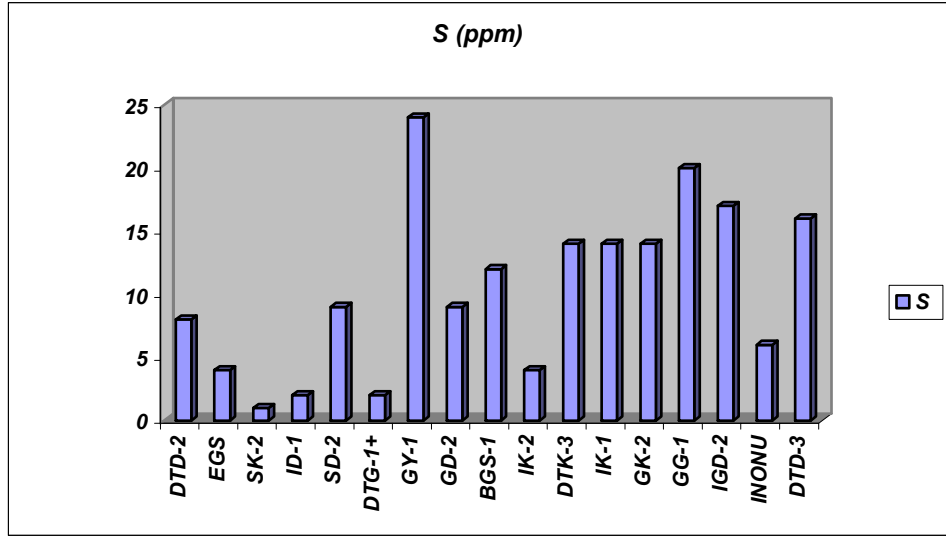


Şekil 6.10 k) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Sodyum (Na) değerleri.

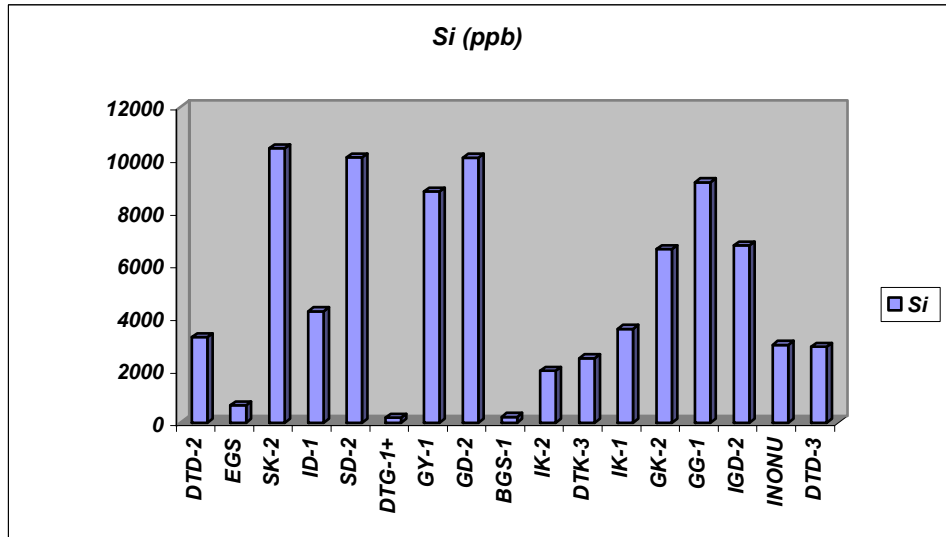
Kayaç oluşturan birçok mineralin asıl yapısında yer alan kursun, sulara doğal olarak bulunmakta, kayalardan ve insan faaliyetlerden sağlanmaktadır. Doğal sulardaki kursun nadir olarak yüksek değerlere ulaşır (Hem, 1985) insan vücudunda birikim 77 yaparak zehirli bir etkiye sahip olan kursun için TSE, insani Amaçlı Tüketim Suları standartlarında (TS -266, 2005) kursun için önerilen sınır değer 0.01 ppm'dir



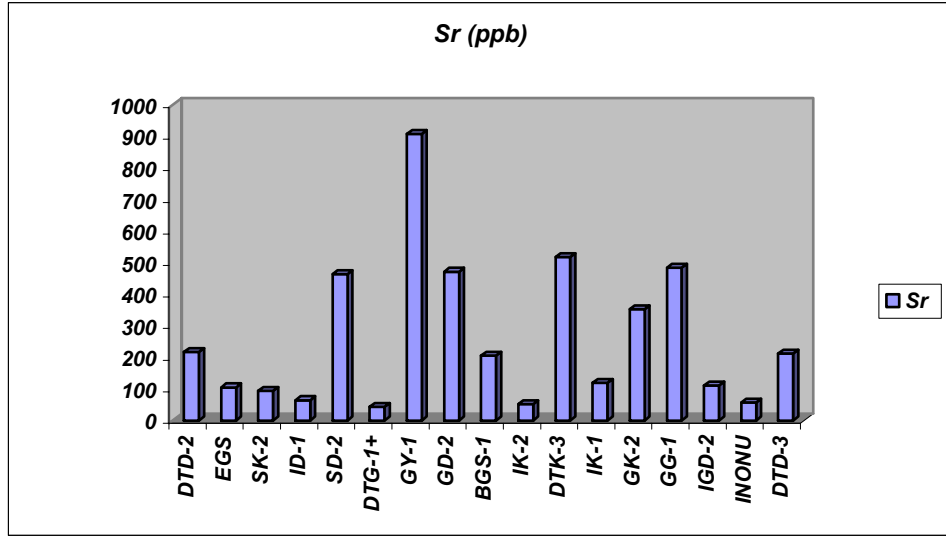
Şekil 6.10 l) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Kurşun (Pb) değerleri.



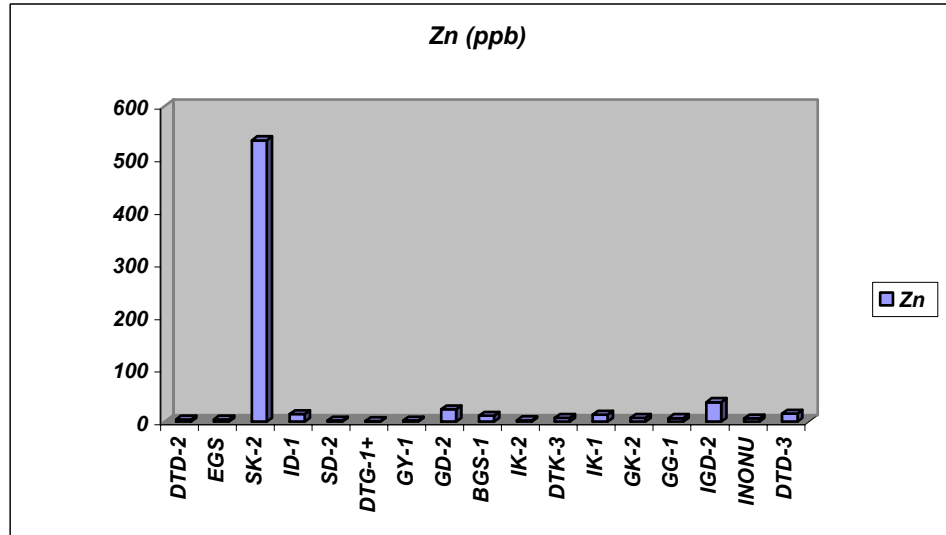
Şekil 6.10 m) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Kükürt (S) değerleri.



Şekil 6.10 n) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Silisyum (Si) değerleri.



Şekil 6.10 o) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Stronsiyum (Sr) değerleri.



Şekil 6.10 ö) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Çinko (Zn) değerleri.

6.2. İzotop Jeokimyası

Bir elementin her atomunda proton sayısı aynı olmasına karşın, nötron sayıları değişebilmektedir. Farklı nötron sayılarına sahip atomlarına o elementin izotopları adı verilmektedir. Yani izotoplar, aynı elementin farklı sayıda nötrona sahip

çeşitlidir. İzotopların kimyasal bileşimleri aynı olmasına karşın kütlelerinde farklılıklar vardır (Hoefs, 1997).

İzotoplar genel olarak iki gruba ayrılabilirler: duraylı ve duraysız (radyoaktif) izotoplar. Radyoaktif izotoplar, α , β ve γ radyasyonları yayarak radyoaktif bozuşma yoluyla başka bir elemente dönüşen izotoplardır. ^{87}Rb , ^{147}Sm , ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K gibi radyoaktif izotoplar, yaygın olarak radyometrik yaş ölçümlerinde kullanılırlar. Duraylı izotoplar ise, radyoaktif bozuşma özelliği göstermezler. Hidrojenin ^1H , ^2H (D, döteryum) ve ^3H (T, trityum) izotopları vardır ve trityum izotopu radyoaktiftir. Oksijenin (^{16}O , ^{18}O), karbonun (^{12}C , ^{13}C), kükürdün (^{32}S , ^{34}S) izotopları yaygın kullanım alanları bulmaktadır. Döteryum ($\text{D}=\text{}^2\text{H}$), oksijen-18 (^{18}O) ve trityum (^3H) izotopları hidrojeolojide çok kullanılan çevresel izotoplardır (Aksoy ve Filiz, 2001).

Bu izotoplar, bölgedeki yeraltısuyunun kökeni ile ilişkili olabilecek yeraltısuyu tipine işaret edecek veriler sağlamak, farklı bölgelerin su karışımlarını saptamak, suyun akım hızı ve yönü hakkında bilgi sağlamak, suyun yeraltında oluşum zamanına (suyun yaşı) ait veriler sağlamakta kullanılır (Moser ve Rauert, 1980).

Oksijen-18 (^{18}O) ve döteryum ($\text{D}=\text{}^2\text{H}$) çevresel izotopları, hidrolojik olaylar içindeki miktarlarının ortamın fiziksel ve kimyasal koşullarına bağlı olarak değişmesinden dolayı, suyun geldiği ortam hakkında önemli bilgiler verirler. İzotoplar kütle spektrometresiyle ölçülür. Kütle spektrometresi, elektrik yüklü atomları ve molekülleri, elektrik ve/veya manyetik alanlardaki hareketini esas alarak kütlelerine göre ayırmak üzere tasarlanmış bir aygıttır. ^{18}O ve ^2H izotopik bileşimleri $\delta^{18}\text{O}$ ve δD olarak yazılır ve SMOW (Standart Mean Ocean Water) standardına göre $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ve D/H orantılarının farkları olarak ifade edilir (Craig, 1961).

Tablo 6. 1 : Mağaralar ve yakın çevresinden alınan su numunelerinin izotop ($\delta^{18}\text{O}$ ve δD) analiz sonuçları

	Örnek Kodu	$\delta^{18}\text{O}/\text{VSMOW-SLAP}$	$\delta\text{D average}$	Örnekleme yeri	Tarih	Örnek tipi	Açıklamalar
1	HY 060712-2	-7.426	-43.54	Sırtlanini Mağ.	12.07.2006	Kaynak	Sırtlanini Mağarası yakınındaki köyden
2	HY 060612-1	-6.885	-39.78	Sırtlanini Mağ	12.07.2006	Su birikintisi	Sırtlanini mağarasından
3	DO 060715-1	-7.619	-46.66	Dede Tarlası	15.07.2006	Su birikintisi	Dede tarlası mağarasından
4	DE 060715-1	-8.090	-50.04	Dede Tarlası	15.07.2006	Su birikintisi	Dede tarlası mağarasından
5	DE 060715-2	-8.591	-52.42	Dede Tarlası	15.07.2006	Su birikintisi	Dede tarlası mağarasından
6	DE 070715-3	-8.204	-51.05	Dede Tarlası	15.07.2006	Kaynak	Dede tarlası mağarasından
7	IN 060714-1	-8.252	-54.30	İnönü Mağarası	14.07.2006	Su birikintisi	İnönü mağarasının ortasındaki su birikintisinden
8	IN 060714-2	-7.794	-50.15	İnönü Mağarası	14.07.2006	Su birikintisi	İnönü mağarasının ortasındaki su birikintisinden
9	IN 060714-3	-9.355	-59.63	İnönü Mağarası	14.07.2006	Kaynak	İnönü mağarasındaki vadi içindeki kaynaktan
10	INC 060711-1	-5.140	-28.54	Gökçeler Mağ.	11.07.2006	Damlama	Gökçeler mağarasının girişindeki sarkıttan
11	INC 060711-2	-4.544	-23.81	Gökçeler Mağ.	11.07.2006	Akarsu	Gökçeler mağarasının altındaki akarsudan
12	INC 060711-3	-5.764	-29.49	Gökçeler Mağ.	11.07.2006	Kaynak	Gökçeler mağarasının hemen üstündeki kaynaktan
13	SG-3	-7.073	-42.551	Sırtlanini Mağ.	10.02.2007	Damlama	Mağaranın giriş ağzından
14	SK-1	-7.216	-43.544	Sırtlanini Mağ.	10.02.2007	Kaynak	Mağara yakınındaki köyün kaynağından
15	GG-3	-5.519	-28.025	Gökçeler Mağ.	11.02.2007	Damlama	Mağara ağzındaki damlama suyu
16	GD-3	-5.221	-26.849	Gökçeler Mağ.	11.02.2007	Damlama	Mağaranın dibindeki sarkıtlardaki damlama suyu
17	GK-1	-5.660	-28.965	Gökçeler Mağ.	11.02.2007	Kaynak	Mağara yakınındaki kaynaktan
18	GY-1	-3.796	-19.673	Gökçeler Mağ.	11.02.2007	Akarsu	Mağarayla aynı vadideki akarsudan
19	EGS-1	-1.877	-20.152	Eğirdir Gölü	12.02.2007	Göl	Isparta bölgesindeki Eğirdir gölünden
20	IG-1	-8.451	-52.700	İnönü Mağarası	12.02.2007	Damlama	Mağara ağzındaki damlama suyu
21	ID-3	-9.441	-59.824	İnönü Mağarası	12.02.2007	Damlama	Mağara dibindeki damlama suyu
22	IK-1	-9.377	-57.812	İnönü Mağarası	12.02.2007	Kaynak	Mağaranın yakınındaki kaynaktan
23	IDY-1	-9.005	-58.482	İnönü Mağarası	12.02.2007	Su birikintisi	Mağaranın sonundaki minik havuzdan
24	IGY-1	-6.789	-44.492	İnönü Mağarası	12.02.2007	Su birikintisi	Mağaranın ağzındaki küçük su birikintisi
25	BGS-1	-1.845	-23.226	Beyşehir Gölü	13.02.2007	Göl	Konya bölgesindeki Beyşehir gölünden
26	DG-3	-8.216	-48.124	Dede Tarlası	13.02.2007	Damlama	Mağara ağzındaki damlama suyundan
27	DGY-3	-9.182	-55.708	Dede Tarlası	13.02.2007	Akarsu	Mağara içinde akan akarsudan
28	DY-1	-9.219	-56.546	Dede Tarlası	13.02.2007	Akarsu	Mağara ile aynı vadideki akarsudan

Dört ayrı dönemde yapılan çevresel izotop analizleri sonucunda dönemsel olarak oksijen-18 ve döteryum değerleri arasındaki ilişki Şekil 5.16; 5.19'da gösterilmiştir. İzotop değerleri 0.89-0.97 aralığında lineer bir ilişki sergilemektedir. İzotop değerleri dönemsel olarak değişim göstermektedir, değişikliğin esas nedeni mevsimsel yağışlardır.

İzotopik bileşimler binde (‰) olarak ifade edilir ve değeri mutlak bir orantıyı göstermez; örnek ile standart arasındaki görece bir sapmayı temsil eder. $\delta D = +10$ değerinin anlamı, örnek D bakımından SMOW'dan ‰ 10 zengin demektir. Negatif değerlerse, SMOW'a göre örnekteki izotopların görece tükenişini gösterir. Günümüzdeki okyanus suyunun izotopik bileşimi, SMOW standardında sabittir (Craig, 1961):

$$\delta^{18}O=0 \text{ ve } \delta D=0$$

Meteorik suların izotopik değişimleri son derece sistematik olup, MWL (Meteoric Water Line) olarak ifade edilen doğrusal bir hatla gösterilir (Craig, 1961):

$$\delta(\text{‰})D=8 \delta(\text{‰})^{18}O+10$$

Bu eşitlikte; $\delta(\text{‰}) = x \cdot 1000$

R= ağır izotopun hafif olana oranıdır.

^{18}O - 2H grafiğinde çalışma sahasında bulunan soğuk su noktaları çoğunlukla denklemi;

$$\delta D=8 * \delta^{18}O + 15$$

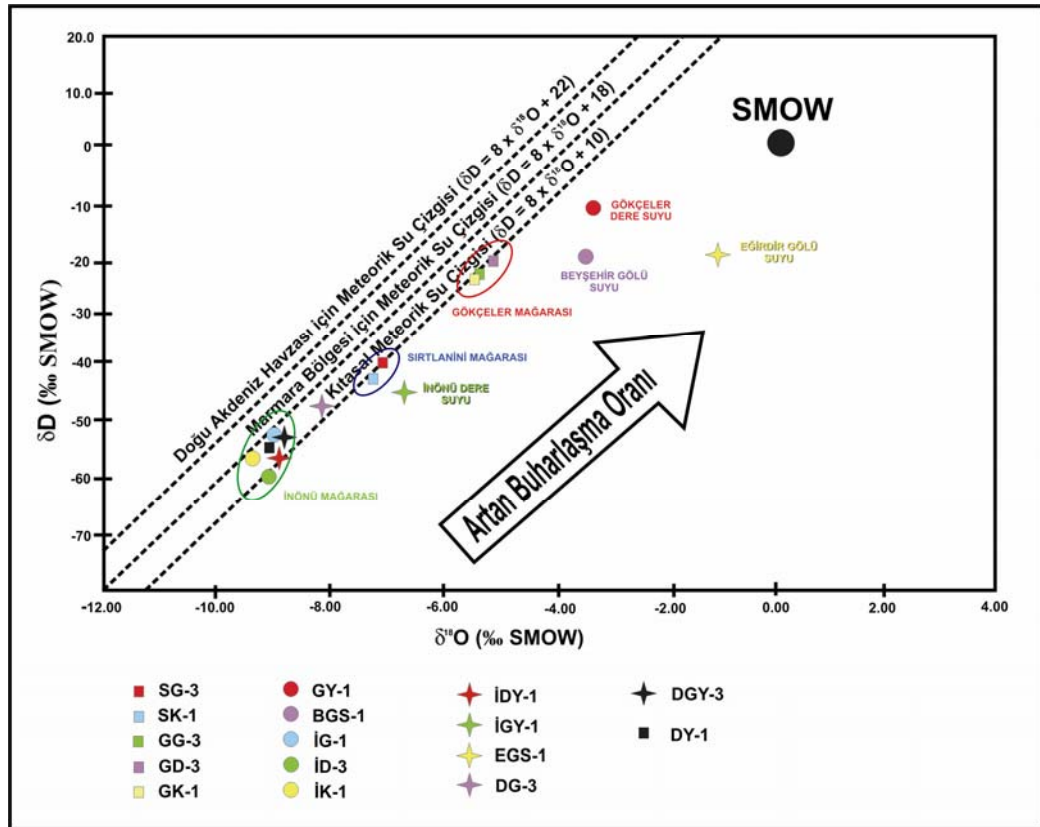
Bu meteorik su doğrusu Eisenlohr (1997)'nin Armutlu Yarımadası civarında yaptığı çalışmada Marmara Bölgesi için belirlediği meteorik su doğrusuna karşılık gelmektedir. Doğu Akdeniz havzasında $\delta^{18}O$ ve δD arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir:

$$\delta D = 8 \delta^{18}O + 22 \text{ Gat and Carni (1970)}$$

MWL'dan $\delta^{18}O$ değerlerine doğru karakteristik ^{18}O kaçıışı görülür. Bunun nedeni, silikat ve karbonat çevre kayalarla olan izotopik alışverişidir.

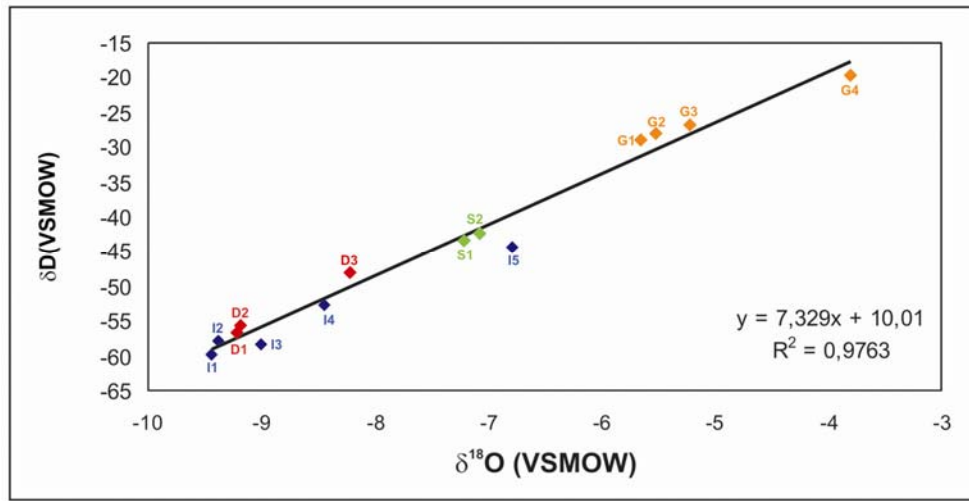
6.2.1 Su Örnekleri:

Çalışma alanındaki damlataş suyu, yüzey suyu, kaynak suyu, gölleri kapsayan noktalardan, ^{18}O ve 2H izotoplarının analizi için 45 örnek alınmıştır (Tablo 6.1). Bölgedeki suların $\delta^{18}O$ ve δD izotop oranları, genel olarak kıtasal meteorik su çizgisi ile çakışmaktadır. Buna karşılık, Eğirdir ve Beyşehir Gölü suları meteorik su çizgisinden sapmalar göstermektedirler (Şekil 6.11).



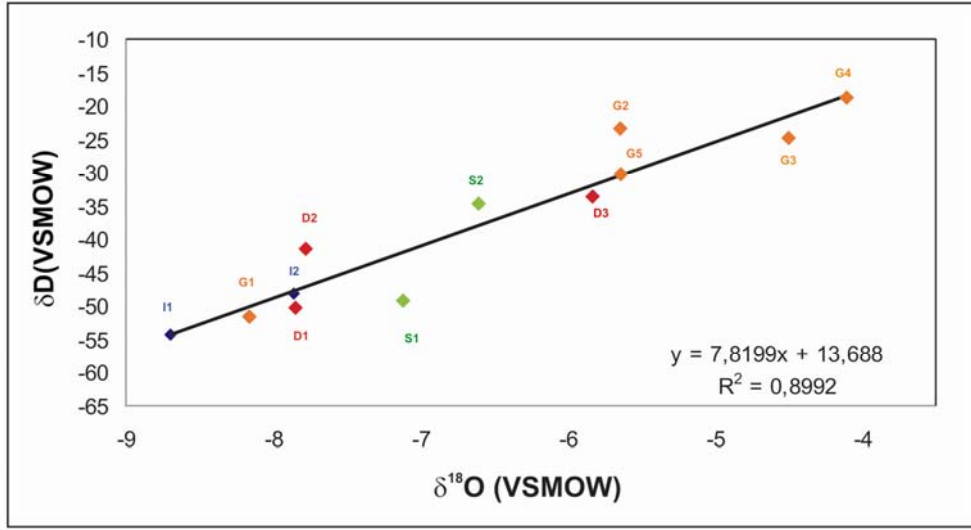
Şekil 6.11 : Çalışma alanındaki kaynak suyu, mağara suları ve göl sularının δD ve $\delta^{18}O$ ilişkisi (Sırtlanini mağarası, Gökçeler mağarası, İnönü mağarası, Dede Tarlası mağarası ve etrafındaki kaynaklarla, Eğirdir ve Beyşehir göllerinden alınan su numuneleri, örneklere ait bilgiler Tablo 6.1'de gösterilmektedir.).

Ayrıca ölçülen izotopik veriler, mevsimlere göre ayrı ayrı incelenmiştir. Dört ayrı dönemde yapılan çevresel izotop analizleri sonucunda dönemsel olarak oksijen 18 ve döteryum değerleri arasındaki ilişki Şekil 6.12 ile 6.15 arasında gösterilmiştir. Döteryum-oksijen 18 ilişkisi sonucunda ulaşılan korelasyon katsayısı (r) değerleri 0,89 ile 0,97 aralığında lineer bir ilişki sergilemektedir ($r > 0,60$ ise ilişki anlamlıdır). İzotop değerleri dönemsel olarak değişim göstermektedir, değişikliğin nedeni buharlaşma, sıcaklık ve mevsimsel yağışlardır.



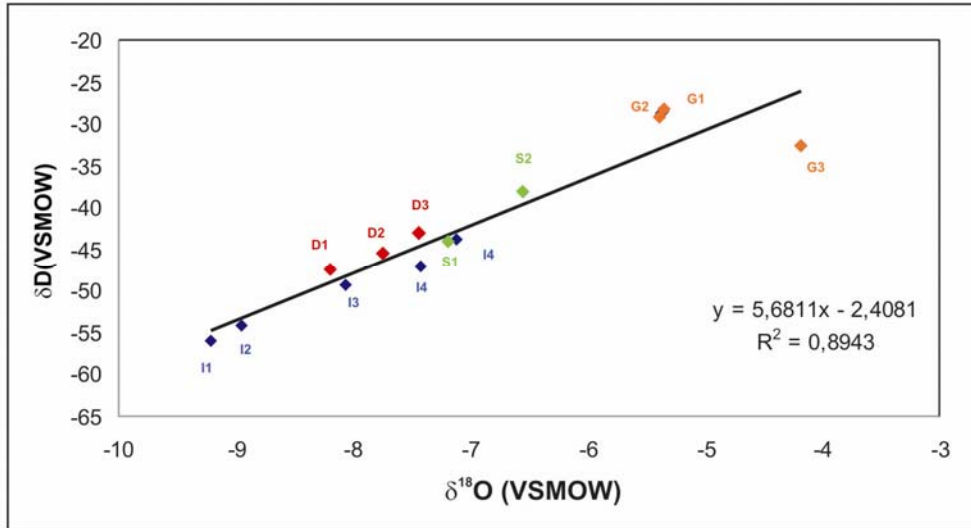
◆ Gökçeler mağarasına ait su numuneleri ◆ İnönü mağarasına ait su numuneleri ◆ Sırtlanini mağarasına ait su numuneleri ◆ Dede Tarla mağarasına ait su numuneleri

Şekil 6.12 : 2007 yılı ilkbahar döneminde mağaralar ve çevresinden alınan su numunelerindeki $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisi.



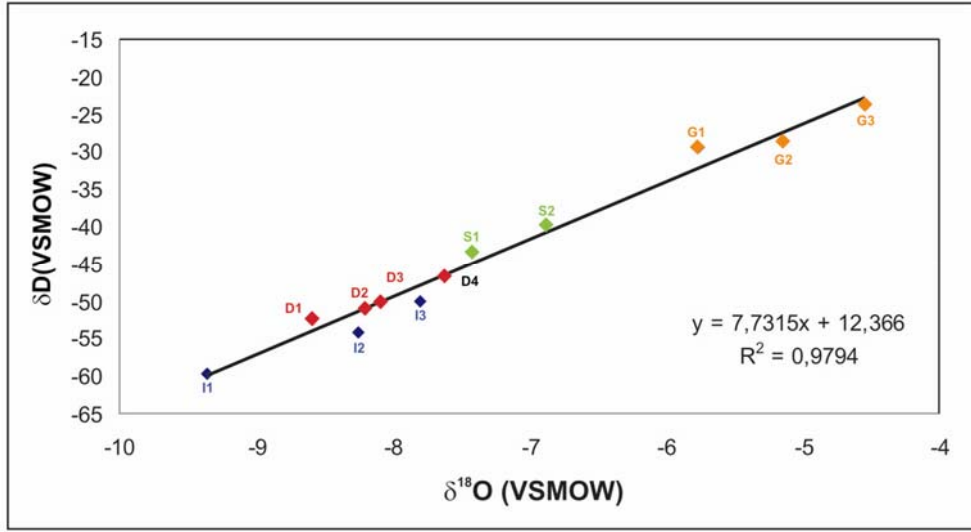
- ◆ Gökçeler mağarasına
ait su numuneleri
- ◆ İnönü mağarasına
ait su numuneleri
- ◆ Sırtlanini mağarasına
ait su numuneleri
- ◆ Dede Tarla mağarasına
ait su numuneleri

Şekil 6.13 : 2007 yılı kış döneminde mağaralar ve çevresinden alınan su numunelerindeki $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisi.



- ◆ Gökçeler mağarasına
ait su numuneleri
- ◆ İnönü mağarasına
ait su numuneleri
- ◆ Sırtlanini mağarasına
ait su numuneleri
- ◆ Dede Tarla mağarasına
ait su numuneleri

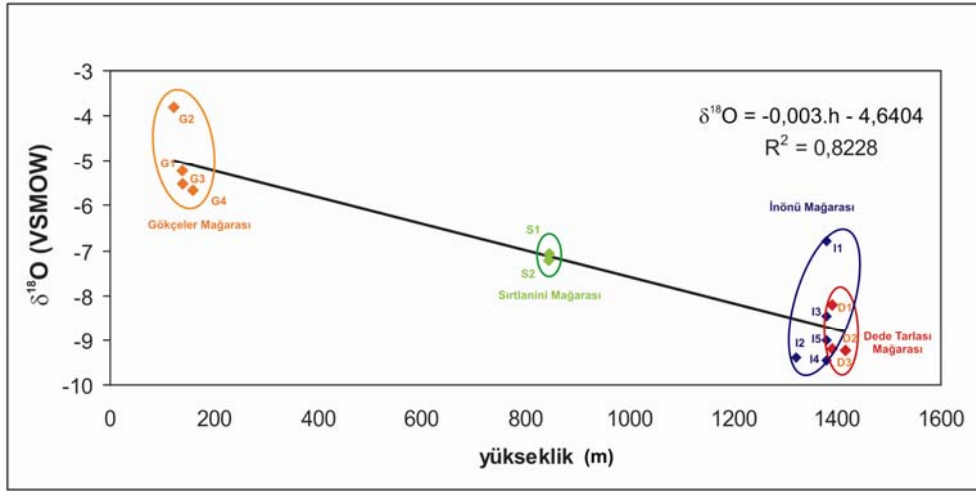
Şekil 6.14 : 2007 yılı sonbahar döneminde mağaralar ve çevresinden alınan su numunelerindeki $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisi.



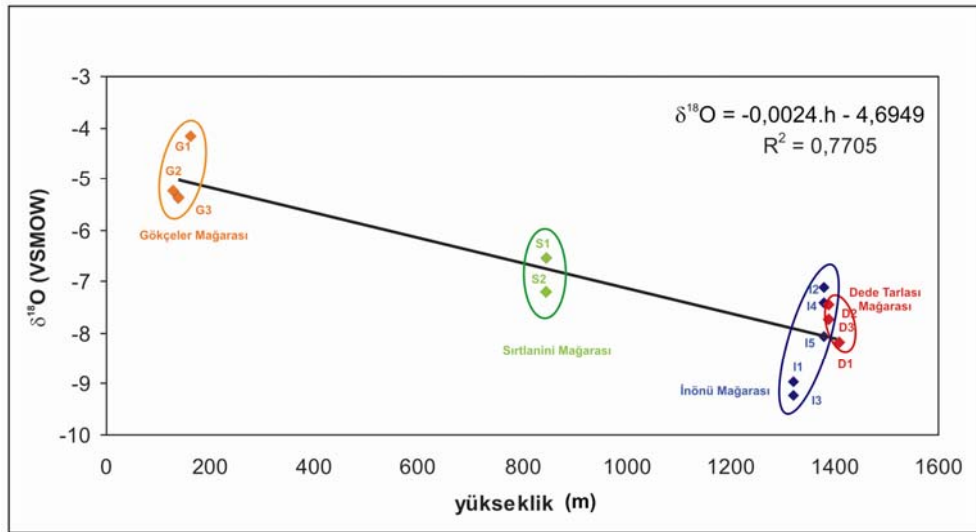
Şekil 6.15 : 2007 yılı yaz döneminde mağaralar ve çevresinden alınan su numunelerindeki $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisi.

İzotop hidrolojisi konusunda geçmişte yürütülen çalışmalar sonucunda oksijen-18 içeriğinin, coğrafi konum, enlem vb. parametrelerin yanı sıra esas olarak yükselti ile ters orantılı biçimde azaldığı gösterilmiştir. Genel olarak her 100 m'lik yükseklik artışına karşılık oksijen-18 içeriğindeki azalma ‰ -0.15 ile ‰ -0.50 arasında değişmektedir (Clark ve Fritz, 1997).

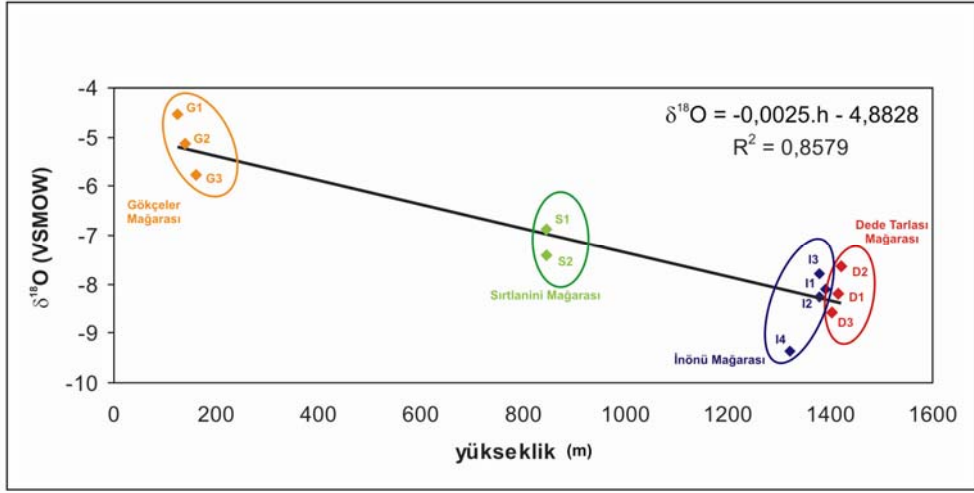
Çalışma kapsamında Gökçeler, Sırtlanini, İnönü, Dede Tarlası mağaralarındaki oksijen-18 yükseklik ilişkisi incelenmiştir. İnceleme neticesinde yükseklik arttıkça oksijen-18 değerlerinde azalma (ters orantı) gözlenmiştir (Şekil 6.16, 6.17, 6.18 ve 6.19). Azalan $\delta^{18}\text{O}$ 'nin değerleri, yüksek kotlardan beslenmeyi ifade etmektedir.



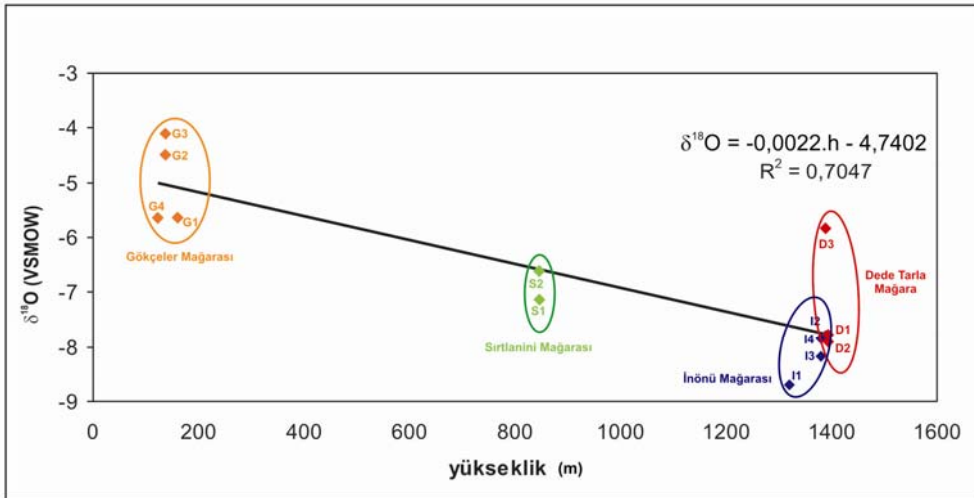
Şekil 6.16 : Mağaralardan 2007 kış döneminde alınan su numunelerinin oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.



Şekil 6.17 : Mağaralardan 2007 ilkbahar döneminde alınan su numunelerinin oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.



Şekil 6.18 : Mağaralardan 2007 yaz döneminde alınan su numunelerinin oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.



Şekil 6.19 : Mağaralardan 2007 sonbahar döneminde alınan su numunelerinin oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.

6.2.2 Sarkıt ve Dikit Örnekleri

Mağaralardan alınan tüm sarkıt ve dikit örnekleri tek tek, merkez eksenleri boyunca tam ortalarından özenle kesilmiş ve uygun yöntemlerle incelemek için cilalanmıştır. Daha sonra cilalanan bu örnekler fotoğraflanıp, ayrıntılı inceleme için yüksek çözünürlüklü tarayıcılarla taranmışlar. Yüksek çözünürlüklü tarayıcılarla tarandıktan sonra, renkleri ve laminasyon yüzeyleri incelenmiştir (Şekil 6.20 ve 6.21). Özellikle çalışma alanının batısında bulunan Sırtlanini mağarasındaki örneklerde laminasyonun belirginliği dikkat çekmektedir. Bu belirgin çizgiler bize yıllık çökeltim miktarı ve buna bağlı olarak mevsimsel değişimleri gösterir.



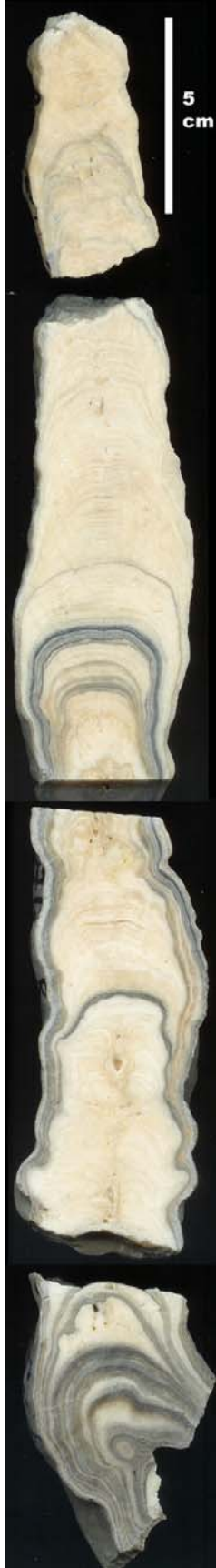
Şekil 6.20 : Gri band laminasyon (Ölçek : Şekil genişliği = 4cm).



Şekil 6.21 : Yüksek çözünürlüklü filtre (Ölçek : Şekil genişliği =4cm).

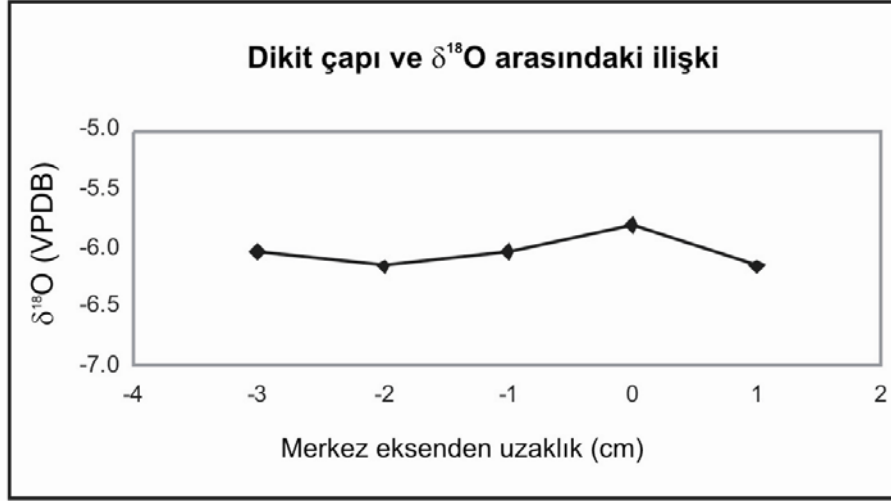
Dikitler üzerinde yapılan incelemelerde elde edilen izotop verileri diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, iklim kayıtlarında bir paralellikten söz etmemiz mümkündür. Şekil 6.22ve 6.23’de görüldüğü üzere dikitlerin merkez eksenleri boyunca her 1 cm. den alınan örneklerin izotop analizleri sonucunda Şekil 6.24, 6.25, 6.26 ve 6.27’deki izotop eğrileri elde edilmiştir. Bu elde edilen sonuçlar damla suyu örneklerindeki sonuçlar ile de uyum sağlamaktadır.

Dikitlerin merkez eksenlerine göre enine ve boyuna kesitleri.



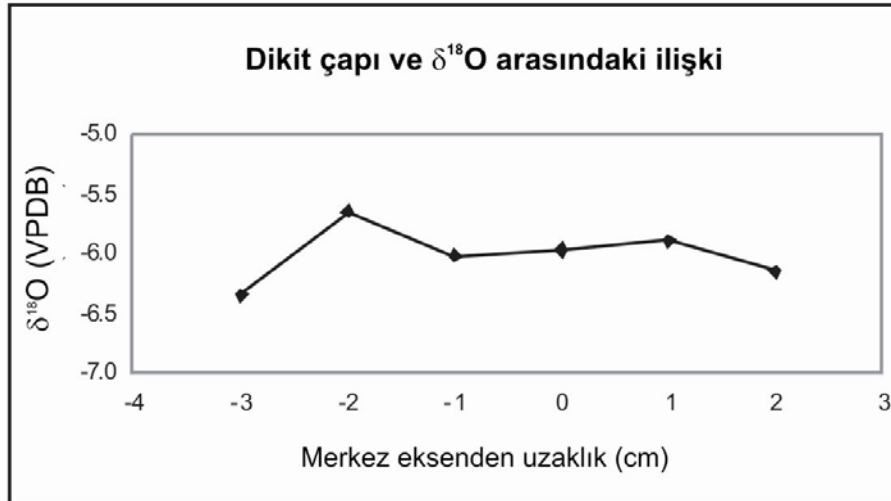
Şekil 6.23 : Sırtlanini mağarasından alınan HY9 no'lu örnekten boyuna kesit.

Şekil 6.22 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu örnekten boyuna kesit.



Şekil 6.24 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini boyunca H1 (12 cm.) uzaklığa bağlı δ¹⁸O değişim grafiği.

Şekil 6.24 ve 6.25'de görülen grafiklerde, mağaralardan alınan dikit numunelerinin merkez eksenleri boyunca olan oksijen 18 (δ¹⁸O) değişimi görülmektedir. Burada eksen den dışı doğru devam eden δ¹⁸O miktarındaki son dönemlere doğru genel anlamda bir azalma eğiliminden söz etmek mümkündür. Her iki örnekteki δ¹⁸O miktarındaki değişimde bir paralellik söz konusudur.

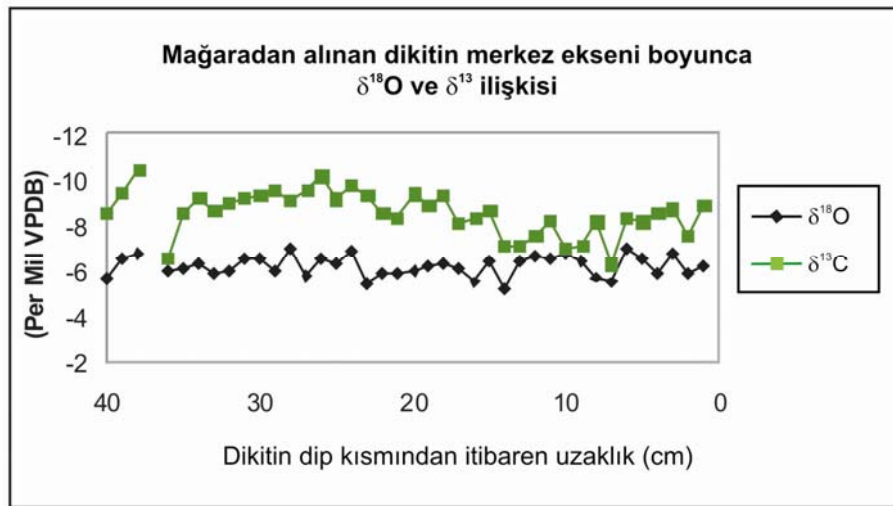


Şekil 6.25 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini boyunca H2 (31.5 cm.) uzaklığa bağlı δ¹⁸O değişim grafiği.

Yeryüzü ikliminin geçmişi anlamak ve değişim sürecini belirlemek amacıyla iklim bilimciler birçok yöntem kullanmışlardır. Bu yöntemlerin en başında ise oksijen izotoplarının (^{18}O ve ^{16}O) çözümlenmesi ve yorumlanması gelir. Bu yöntem vasıtası ile geçmişteki sıcaklık ve yağış değişimlerinin iyi korunmuş çökel kayıtlarıyla yeniden yorumlanarak, geçmişe ait dolaylı bir iklim kaydı yaratılması hedeflenmiştir.

Benzer çalışmalar geçmiş iklimlerin dolaylı kayıtlarının çıkarılması ve yorumlanmasında, deniz ve göl tabanı çökellerinde (tortullarında), fosil kavrıklarında, buzul buzlarında ve de özellikle mağaralardaki damlataşlarda (sakıt ve dikitler) bulunan oksijen izotop miktarlarındaki değişimler önemli rol oynamaktadır (Jones ve diğ. 2008).

Bu bağlamda bu çalışmada da alınan dikit numunelerinin üzerinde yapılan sistematik örneklemeler sonucunda $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ analizleri yapılmış ve bunların birbiriyle olan ilişkileri gözlenmiştir (Şekil 6.26).

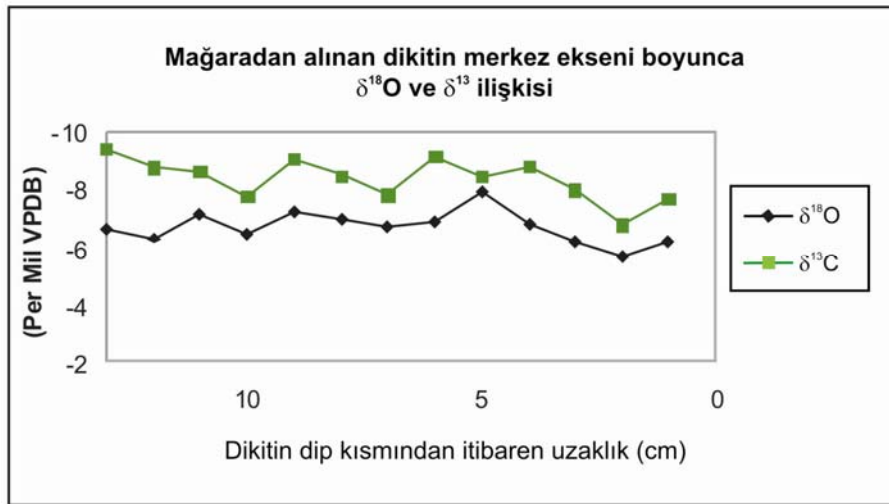


Şekil 6.26 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenine boyunca H2 (31.5 cm.) uzaklığa bağlı $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değişim grafiği.

^{18}O izotopu ^{16}O 'ya göre daha ağır bir izotoptur. Sıcaklık artışı nedeniyle gerçekleşen buharlaşma sonucu ^{16}O , ^{18}O 'ya göre daha çok buharlaşır. Bu nedenle ^{18}O ile ^{16}O arasındaki denge çok hassastır. Mevsim sıcaklıklarındaki artış eğilimleri ve aşırı sıcaklar sonucunda daha çok miktarda ^{18}O buharlaşırken, daha soğuk dönemlerde, buharlaşma miktarı azaldığı için atmosferde daha az bulunur. Bu sebeple sıcak dönemlerdeki yağışların içindeki ağır ^{18}O izotopları daha bol, soğuk dönemlerde ise daha azdır (Jones ve diğ. 2008).

Şekil 6.26 ve 6.27'de görüldüğü gibi $\delta^{18}\text{O}$ miktarındaki değişim geçmişteki yağışlı ve sıcak dönemleri bize göstermektedir. Geçmişten günümüzdeki yakın bir zamana kadar artış eğiliminde olan $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri, son yıllarda azalma eğilimi içine girmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ 'daki düşüş sıcaklık ve yağış miktarındaki son dönemdeki bir azalmayı işaret etmektedir. Yine $\delta^{13}\text{C}$ 'deki azalma ise canlı mikroorganizmaların ve bunların yaşamsal faaliyetleri için gerekli koşulların azaldığını işaret eder.

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| ^{13}C bolluğu | → | denizel ortam göstergesi, |
| ^{12}C bolluğu | → | karasal ortam göstergesi, |
| ^{18}O | → | için aşırı negatif değerler tatlı suyu işaret eder, |
| $\delta^{13}\text{C}$ | → | (+) uzanımı yaşamsal faaliyetler için uygun ortamı işaret eder. |



Şekil 6.27 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini boyunca H1 (12 cm.) uzaklığa bağlı $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değişim grafiği.

Sonuç olarak grafiklerde görüldüğü gibi ilk dönemlerde artan bir eğilim gösteren $\delta^{18}\text{O}$ değerleri son dönemlere doğru belirgin bir düşüş eğilimine geçmiştir. Genel olarak değerlerindeki eğilim ise azalan yöndedir. Bu da bize azalan yağış değerlerini, artan sıcaklıkları ve olası kurak dönemleri işaret etmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak geçmişte daha düşük sıcaklık, daha fazla yağış değerleri ve daha ılıman bir iklime sahip güneybatı Anadolu bölgesinin, günümüzde daha sıcak ve daha kurak bir iklime doğru kaydığı söylenebilir.

7. KLİMATOLOJİ

İklimbilim ya da klimatoloji, atmosferde meydana gelen hava olaylarının oluşumunu, gelişimini ve değişimini nedenleri ile inceleyen ve bu hava olaylarının canlılar ve dünya açısından doğuracağı sonuçları araştıran bir bilim dalıdır. Klimatolojinin konusu olan iklim, geniş bir sahada uzun yıllar boyunca görülen atmosfer olaylarının ortalama halidir. İklim coğrafi yeryüzünün şekillenmesi ve insan yaşamını çok yakından kontrol etmektedir. Klimatoloji, iklimi ve hava olaylarını yakından tanımak için meteorolojik verilerinden geniş ölçüde yararlanır. Meteorolojinin yaptığı gözlemleri alır ve insan ve canlı yaşamı açısından inceleyerek açıklamaya çalışır. Atmosferin özellikle alt katmanlarında meydana gelen hava olaylarının oluşumunu ve değişimini nedenleriyle inceler ve kısa dönemli tahminler yapmayı amaçlar.

İnsanların çeşitli etkinlikleri sonucunda, fosil yakıtların hızla tüketilmesi ve atmosfere salınan sera gazlarının meydana getirdiği birikimler, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bunun sonucunda atmosferdeki doğal sera etkisi kuvvetlenerek, şehirleşmenin de katkısıyla dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Küresel yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşerek hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel artış rekorları kırmaktadır. Küresel iklimde gözlenen ısınmanın yanı sıra, en gelişmiş iklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 1990-2100 dönemi için 1.4 ile 5.8 °C arasında bir artış olacağını ön görmektedir. Küresel sıcaklıklardaki artışlara bağlı olarak da, hidrolojik döngünün değişmesi, kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi ve yüksek sıcaklıklara bağlı salgın hastalıkların ve zararlıların artması gibi, dünya ölçeğinde sosyo-ekonomik sektörleri ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin oluşacağı beklenmektedir (Türkeş, 2004).

Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan alınmış, Milas (MUĞLA) ve Beyşehir (KONYA)

Meteoroloji İstasyonlarının uzun süreli aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılarak, zaman dizilerinin herhangi bir eğilim gösterip göstermediğini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çeşitli istatistiksel yöntemlerle zaman dizisinde bir eğilimin var olup olmadığını, eğilim olması durumunda eğilimin yönünü ve bu eğilimlerin anlamlılıklarını ortaya koymak bu çalışmanın başlıca amaçlarıdır. Bu amaçla çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır.

7.1. Çalışma Alanının İklimsel Özellikleri

Çalışma alanının içinde bulunduğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde görülen iklim türü tipik Akdeniz iklimidir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Kıyıda yıllık yağış ortalaması yaklaşık 1000 mm. dolaylarındadır. Kıyıdan itibaren iç kesimlere doğru gidildikçe yüksekliğe bağlı olarak sıcaklık düşmekte, yağış miktarı artmaktadır.

Akdeniz ve Ege kıyıları yurdumuzda kış mevsiminin en ılık geçtiği bölgelerdir. Buna yol açan nedenlerin başında; nemlilik düzeyi, güneş ışınlarının gelme açısı ve Toros dağlarının doğrultu ve yükseltisidir. Toroslar kışın kuzeyden gelen soğuk hava kütlelerinin kıyıya inmesini önler. Maksimum yağış kış mevsimine rastlar. Balkanlardan gelen hava kütleleri Basra Körfezi'ne ulaşmak isterken, Akdeniz üzerinde farklı hava kütleleriyle karşılaşır ve cephe yağışlarına yol açar. Bölgedeki yaz kuraklığı ise dinamik yüksek basınç alanlarının etkili olması, bölgenin alçaltıcı hava hareketlerinin etkisine girmesinin sonucudur.

30° - 40° enlemleri arasında kışları yağışlı, yazları kurak bir yağış rejimi gelişmiştir. Bölge, yazın subtropikal yüksek basınçların, kışın ise batı rüzgarları ve geçici alçak basınçların etkisinde kalır. Kış yağışları, cephesel yağışlardır. Dağlık alanlarda ise orografik cephesel yağışlar görülür. Akdeniz'de yaz ayları haricinde deniz sıcaklığı hava sıcaklığına nazaran fazladır, bu nedenle Akdeniz üzerinden gelen hava yeteri kadar sıcak ve nemlidir. Bu hava sahilde rastladığı Toros dağları

silsilesinde yoğunlaşma seviyesine kadar yükselerek yağış yapar. Akdeniz kıyılarında cephe yağışları oldukça fazladır. Atlantik orjinli depresyonlar doğuya doğru hareket ederek Akdeniz'i tesirleri altında bırakır. Cenova körfezinde meydana gelen depresyonların bir kolu da yine Karadeniz'e kadar uzanarak buralarda bilhassa kış ve sonbahar yağışlarını meydana getirirler.

İklim özellikleri bakımından çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan iklim sınıflandırmalarında, Aydeniz iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak-yarı nemli, Erinç iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli-nemli, De Martonne iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli ve son olarak da Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre ise yarı kurak-yarı nemli iklim tipine girmektedir. Bu bilgiler ışığında çalışma alanı için yer yer değişiklikler gösterse de genel anlamda yarı nemli yarı kurak bir iklim özelliği gösterdiğinden söz edilebilir.

Türkeş (1996 ve 1998), yaptığı çalışmalarda Türkiye'yi yağış rejimlerine göre incelemiş ve 7 bölgeye ayırmıştır. Buna göre çalışma alanı **Akdeniz (AKD)**, çok yağışlı ılık bir kış ve sıcak kurak bir yaz mevsimi ile birlikte, gerçek mevsimsel; nemli ve yarınemli subtropikal ve Akdeniz (Akdeniz'den İç Anadolu'ya) **Geçiş (AKDG)**, orta yağışlı bir kış ve ilkbahar olarak nitelendirilen yağış rejimlerinin etkisi altındaki bölgeleri kapsamaktadır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 : Türkiye'nin yağış rejim bölgeleri ve meteoroloji istasyonları (Türkeş, 1996 ve 1998).

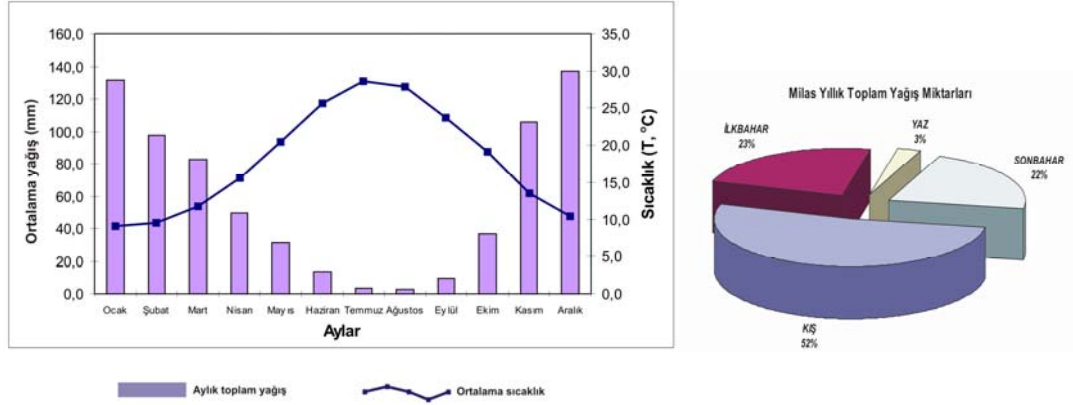
Tablo 7.1 : Türkiye'nin yağış rejim bölgeleri (Türkeş, 1996 ve 1998)

Yağış Rejim Bölgeleri:
Karadeniz (KARD): En yüksek yağışı sonbaharda olan, her mevsim yağışlı; ılıman.
Marmara (Akdeniz'den Karadeniz'e) Geçiş (MARG): Sıcak ve az yağışlı bir yaz mevsimi ile birlikte, her mevsim oldukça yağışlı.
Akdeniz (AKD): Çok yağışlı ılık bir kış ve sıcak kurak bir yaz mevsimi ile birlikte, gerçek mevsimsel; nemli ve yarınemli subtropikal.
Karasal Akdeniz (KAKD): Orta yağışlı bir kış/ilkbahar ve çok sıcak kurak bir yaz mevsimi ile birlikte, oldukça mevsimsel; yarıkurak ve kurak-yarınemli subtropikal.
Akdeniz (Akdeniz'den İç Anadolu'ya) Geçiş (AKDG): Orta yağışlı bir kış ve ilkbahar.
Karasal İç Anadolu (KİAN): Orta yağışlı soğuk bir ilkbahar/kış ve az yağışlı sıcak bir yaz mevsimi ile birlikte, yarıkurak ve kurak-yarınemli bozkır.
Karasal Doğu Anadolu (KDAN): Orta yağışlı bir ilkbahar/ilk yaz ve kar yağışlı çok soğuk bir kış mevsimi ile birlikte, kurak-yarınemli ve yarınemli bozkır ve yüksek arazi.

Çalışma alanının batı bölgesini temsil eden Milas Meteoroloji İstasyonunun iklimsel değerleri incelendiğinde, çalışma alanının doğusuna (Beyşehir) nazaran yüksek sıcaklık ve daha düşük yağış değerleri görülmektedir. Milas'ta aylar bazında en yüksek yağış miktarları 137,2 mm. ile Aralık ve 131,6 mm. ile Ocak aylarıdır. En düşük yağış miktarları ise 3 mm. ile Ağustos ve 3,4 mm. ile Temmuz ayları olmuştur. Milas'ta ortalama yağış miktarı ise 58,5 mm'dir (Şekil 7.2a).

Mevsimler bazında ise en düşük değer ortalama 20,1 mm. ile toplam yağışın % 3'ünü oluşturan yaz mevsimi gelirken, onu ortalama 152,1 mm. ile sonbahar ve 163,5 mm. ile ilkbahar mevsimleri izler. Kış mevsimi ise 366,2 mm. yağış ile yıllık yağışın % 52'sini oluşturur (Şekil 7.2b).

Milas bölgesinde ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında ise en düşük sıcaklığın gözlendiği ay 9 °C ile Ocak ayı olmuştur. En yüksek ortalama sıcaklık değerleri ise 28,6 °C ile Temmuz ve 27,8 °C ile Ağustos ayları olmuşlardır. Milas bölgesinin yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 17,9 °C'dir (Şekil 7.2a).



Şekil 7.2a: Milas aylık ortalama sıcaklık ve yağış miktarlarının yıl içindeki değişimi, **7.2b:** Mevsimsel yağış dağılımı (%).

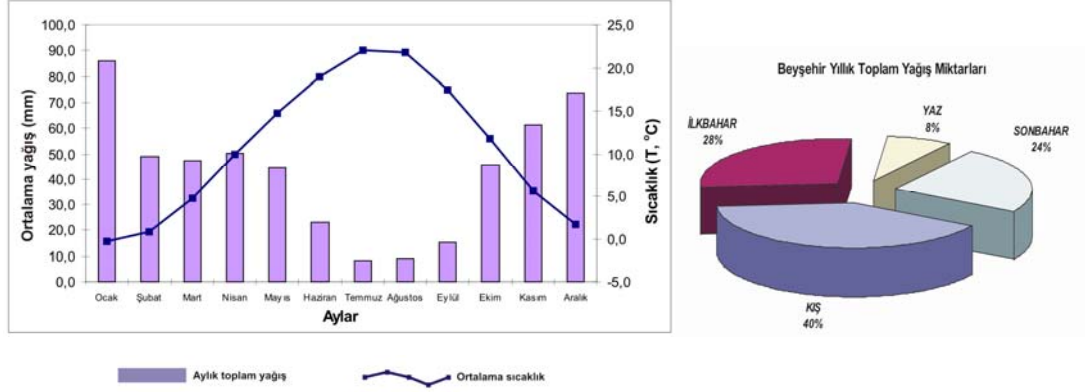
Milas'ta en az yağış alan dönemler Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarıdır. Milas bölgesinde Nisan ayından Kasım ayına kadar ortalama yağış seviyelerinde belirgin bir düşüş eğilimi görülmektedir. Bu veriler Milas bölgesinde yaz aylarında daha kurak bir iklim karakteristiğini göstermektedir (Şekil 7.3).

Beyşehir yıllık ortalama yağış miktarları incelendiğinde yaz aylarına doğru belirgin bir azalma, sıcaklık değerlerinde ise belirgin bir artış görülmektedir. Yağış miktarlarındaki azalma çalışma alanının batısına göre (Milas) daha az seviyelerdedir. Mevsim bazında Beyşehir batıya göre daha yağışlıdır. Bunda yükseklik ve topoğrafyanın önemli bir etkisi vardır. Yağışların azaldığı Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları, diğer aylara nazaran daha kurak geçen aylardır.

Beyşehir'in son 32 yıllık ortalama yağış miktarı 42,8 mm'dir. Beyşehir istasyonunda ölçülen ortalama yağış miktarındaki değerlere göre, aylar bazında en yağışlı ay, ortalama 86,1 mm. yağış miktarı ile Ocak ayıdır. Daha sonra onu 73,7 mm. ile Aralık ayı takip eder. En az yağış alan aylar ise 8,4 mm. ile Temmuz ve 8,9 mm. ile Ağustos aylarıdır (Şekil 7.3a).

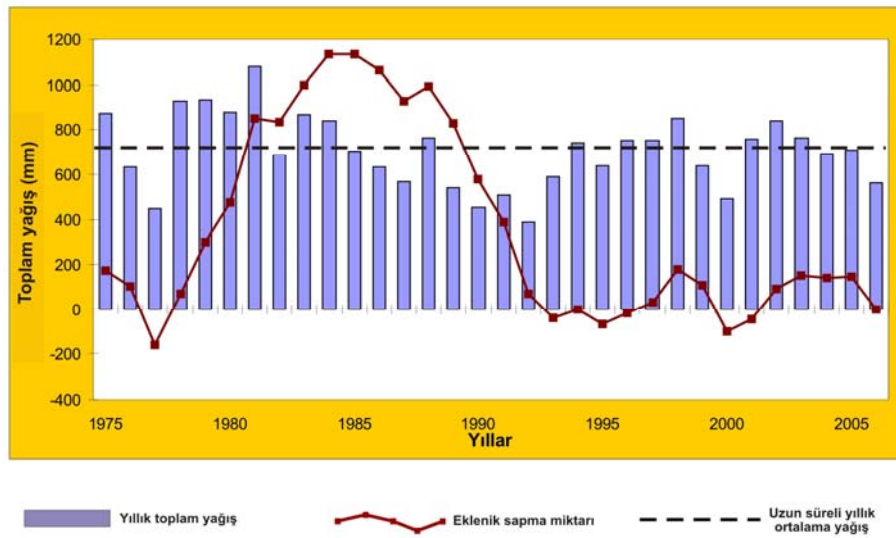
Ayrıca Beyşehir'de toplam yağışın %8'inin ortalama 40,3 mm. ile yaz mevsimi oluştururken, % 24'ünü 122,6 mm. ile sonbahar ve %28'ini 142 mm. ile ilkbahar mevsimleri oluşturur. 208,9 mm. yağış miktarı ile de Kış mevsimi yıllık yağışın % 40'ını karşılar (Şekil 7.3b).

Hava sıcaklıkları ise ortalama sıcaklık değerleri bakımından en sıcak ayları 22 °C ile Temmuz ve 21,8 °C ile de Ağustos ayları oluşturur. Beyşehir ortalama sıcaklıklarının en düşük gözleendiği aylar ise -0,3 °C ile Ocak ve 0,8 °C ile de Şubat aylarıdır (Şekil 7.3a).



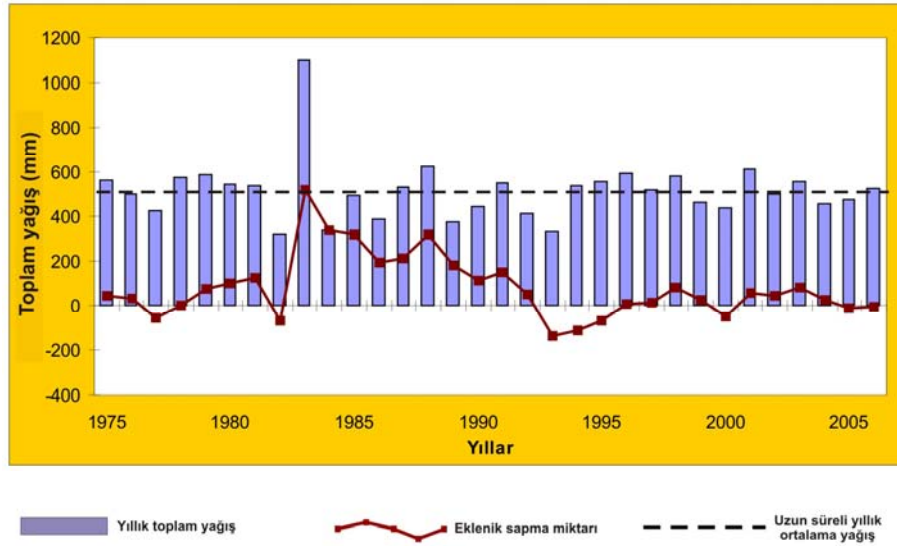
Şekil 7.3a: Beyşehir aylık ortalama sıcaklıklarının ve yağış miktarlarının yıl içindeki değişimi, 7.3b: Mevsimsel yağış dağılımı (%).

Milas bölgesinde 1975 – 1977 yılları arası azalan bir eğilim gösteren yağış miktarı 1977 yılında minimum seviyeyi gördükten sonra, 1977 – 1985 yılları arasında artan bir trend içine girmiştir ve bu güne kadar ki maksimum değerlere ulaşmış yağışlı bir dönem gözlenmiştir (Şekil 7.4). 1985 – 1993 yılları arasında ise düşen bir trend ve beraberinde kurak bir dönem gözlenmiştir.



Şekil 7.4 : Milas yıllık yağış ve eklenikten sapmalarının yıllar arası değişimleri.

Beyşehir bölgesinin yıllık yağış verileri incelendiğinde 1975 – 1980 yılları arasında karalı bir yağış dönemi gözlenirken, 1982 yılında yağış miktarlarında ani bir düşüş ve devamında 1983 yılında bir sel anomalisinden söz edilebilir. Bununla birlikte 1983'ten itibaren azama trendi içine giren eklenik sapma miktarı 1993 yılında en düşük değerlerini görmüştür. Bu nedenle 1983 – 1993 yılları arasında kurak bir dönem gözlenmektedir. 1993 yılından sonra eklenik sapma grafiği az olsa artan bir trend ile yoluna devam eder. Beyşehir’de yıllık 321,7 mm. ile en düşük yağış miktarının kaydedildiği 1982 senesi en kurak yıl olurken, hemen devamındaki 1983 senesi yıllık 1097 mm. yağış miktarı ile en yağışlı yıl olmuştur (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 : Beyşehir yıllık yağış miktarları ve eklenikten sapma grafiği.

7.2. ZAMAN DİZİSİ ANALİZLERİ İÇİN VERİ VE YÖNTEM

7.2.1. Çalışma Alanının Konumu

Araştırma alanı Güneybatı Anadolu’da farklı bölgelerde bulunan iki adet istasyonu kapsamaktadır. Bunlar Muğla iline bağlı Milas ilçesinde bulunan Milas Meteoroloji İstasyonu ve Konya iline bağlı Beyşehir ilçesinde bulunan Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarıdır. Milas güneybatı Anadolu’nun en uç kısmında bulunan Bodrum yarımadasının kuzeyinde Muğla ilinin batısında yer almaktadır. Beyşehir ilçesi ise Konya iline bağlı olup Beyşehir Gölü’nün doğu kıyılarında, Batı Torosların

kuzey kesimlerinde yer almaktadır. Milas ve civarında morfoloji yaklaşık birbirine paralel ve deniz kıyısına dik konumlu Batı Menteşe Dağları'ndan oluşmaktadır. Beyşehir ve civarında ise Batı Torosların uzantıları olan Dedegöl ve Geyik dağları bulunmaktadır. İnceleme alanının drenaj sistemi genelde dentritik akarsu özelliğine sahiptir.

7.2.2. Veri Özellikleri

Araştırmada kullanılan veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan alınmış, Milas ve Beyşehir İstasyonlarının uzun süreli aylık ortalama sıcaklık verilerini kapsamaktadır. Aylık ortalama sıcaklık verilerinde Milas ve Beyşehir İstasyonları için 1975-2006 dönemini kapsayan 32 yıllık aylık veri incelenmiştir.

7.2.3. Yöntem

Gerçekleştirilen bu çalışma zaman dizilerinin herhangi bir eğilim gösterip göstermediğini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çeşitli istatistiksel yöntemlerle zaman dizisinde bir eğilimin var olup olmadığını, eğilim olması durumunda eğilimin yönünü ve bu eğilimlerin anlamlılıklarını ortaya koymak bu çalışmanın başlıca amaçlarıdır. Bu amaçla çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise Türkeş (2005)'e göre,

1. Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı
2. En küçük kareler doğrusal regresyon yaklaşımı

eğilim sınamaları kullanılmıştır.

7.2.3.1 Eğilim Sınamaları

7.2.3.1.1. Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı

Bu yöntem parametrik olmayan (evrendeğersiz) bir sınamadır. Orijinal x_i değerleri yerine sıralı dizideki sıra numaralarına karşılık gelen y_i değerleri kullanılarak, her y_i değeri için ($i > j$) olmak üzere kendisinden önceki y_j

elemanlarının sayısı şeklinde tanımlanan bir n_i sayısı, $y_i > y_j$ olan sıra numaralarının sayısı hesaplanarak bulunur: Dizideki ilk sıra numarası y_1 , dizide kendinden önceki tüm y_i 'lerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır. Değeri y_1 'den küçük olan önceki y_i 'lerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_1 olarak gösterilir. Sonra ikinci sıra numarası y_2 , kendinden önceki tüm terimlerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır; y_2 'den küçük önceki terimlerin sayısı hesaplanır ve n_2 olarak gösterilir. Bu işlem dizideki her y_i terimi için y_n 'e kadar sürdürülür. Sınama örneklem değeri, t ,

$$t = \sum_{i=1}^n n_i$$

eşitliğiyle gösterilir. Sınama örneklem değerinin dağılım fonksiyonu, boş hipotez altında asimtotik normaldir. Dağılım fonksiyonunun ortalaması ($E(t)$) ve varyansı ($var(t)$),

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4}$$

$$var(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

eşitlikleriyle gösterilir.

Sınama örneklem değeri, $u(t)$,

$$u(t) = [t - E(t)] / \sqrt{var(t)}$$

eşitliğiyle gösterildiğinde, boş hipotez $|u(t)|$ 'nin büyük değerleri için reddedilir. Eğer α_1 olasılığı, bir standart normal dağılım tablosu kullanılarak,

$$\alpha_1 = P(|u| > |u(t)|)$$

şeklinde belirlenirse, H_0 , $\alpha_1 > \alpha_0$ ya da $\alpha_1 < \alpha_0$ olma durumuna bağlı olarak kabul ya da reddedilir. Hesaplanan $u(t)$ değerinin, % 5 ya da % 1 düzeyinde anlamlı olması durumunda, $u(t) > 0$ ise artan, $u(t) < 0$ ise azalan yönde bir eğilimin varlığından söz edilir (Türkeş, 2005).

a) Gözlem Dizilerinin $u(t)$ Sınama Örneklem Değeri Kullanılarak Ardışık Analizi

Mann-Kendall $u(t)$ sınama örneklem değerinin ardışık analizi, gözlem dizisinde anlamlı bir eğilimin bulunması durumunda, eğilimin başlangıcını ve genel olarak gözlem dizisindeki değişiklik noktasını ya da noktalarını bulmak için kullanılan bir yöntemdir. Ardışık analiz iki aşamada gerçekleşir.

(I) $u(t_i)$ 'lerin elde edilmesi:

Önce t_i 'ler bulunur. Bu ise, her t_i değeri için n_k değerlerinin toplamına eşittir. Başka sözlerle, $i = 1, \dots, n$ 'e kadar bir dizi için t 'nin değeri, i 'inci terime kadar n_k 'ların toplamından,

$$t_i = \sum_{k=1}^i n_k$$

oluşur. Bu işlem i 'inci terime kadar sürdürülür:

$$t_1 = \sum_{j=1}^1 n_j, t_2 = \sum_{j=1}^2 n_j, \dots$$

Dağılımın ortalaması, varyansı ve anlamlılık ya da hipotez sınaması,

$$E(t_i) = \frac{i(i-1)}{4}$$

$$\text{var}(t_i) = \frac{i(i-1)(2i+5)}{72}$$

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)] / \sqrt{\text{var}(t_i)}$$

yazılır. Yukarıda verilen basit eşitlikler kullanılarak da, $u(t_i)$ 'ler hesaplanır. Böylece, ardışık analiz için gerekli olan $u(t_i)$ dizisi elde edilmiş olur (Türkeş, 2005).

(II) $u'(t_i)$ 'lerin elde edilmesi:

Bu aşamada $u'(t_i)$ 'ler, $u(t_i)$ 'lerin bulunmasında kullanılan yöntem, bu kez büyükten küçüğe sıralanan i ' dizisinden elde edilen y'_i sıra numaralarından oluşan dizinin sonundan başlangıcına doğru geri yönde yenilenecek hesaplanır.

Bu durumda $i < j$ olmak üzere, $y'_i > y'_j$ sayılarak her y'_i değeri için y'_j değerinin n'_i sayısı hesaplanır. Bu değerler, $n_i + n'_i = y_i - 1$ olduğu için, ilk hesaplamannın (n_i değerlerinin) kontrol edilmesini de sağlar. Ayrıca n'_i değerleri, ilk bulunan y_i değerlerinden yararlanılarak da elde edilebilir. Bunun için, $i = 1, \dots, n$ 'e kadar her i değerine karşılık gelen y_i değerinden sonra ve ondan küçük olan ($y_i > y_{i+1}$) değerlerinin sayısı, y_i değerleri için n_i olarak bulunur.

$$n_i + n'_i = y_i - 1 \text{ kontrolü yapılır.}$$

Bu aşamada, t_i 'lerin hesaplamak için, yukarıda t_i 'ler için yapılan işlem $i = 1, \dots, n$ 'e kadar t_i 'ler içinde yapılır. Sonra yine her t_i değeri için, $u'(t'_i)$ değerleri hesaplanır. İşaretleri değiştirilen $u'(t'_i)$ değerleri ($u'(t'_i) = -u'(t_i)$), $u(t_i)$ sütunu oluşturulur. Bu noktada, $u'(t_1) = u(t_n)$ kontrolü de yapılır (Türkeş, 2005).

b) Eşit Değerlere İlişkin Düzenlemeler

Sıralı dizide birbirini izleyen eşit değerlerin sıra numaralarının ortalaması alındıktan sonra, sına örneklem değeri t 'nin hesaplanmasında gereksinim duyulan n_j değerlerinin de düzeltilmesi gerekmektedir. Uygun n_j değerlerini elde edebilmek için, $i > j$ için $y_i > y_j$ ilişkilerinin sayısını $y_i = y_j$ ilişkisinin yarısı kadar arttırmak gerekmektedir (Türkeş, 2005).

Tablo 7.2 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonunun 1975–2006 dönemi kış mevsiminin aylık ortalama sıcaklık gözlemleri için, Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısının hesaplanması ve ardışık analizi

<i>YIL</i>	X_i	RX_i	<i>i</i>	y_i	n_i	t_i	$u(ti)$	i'	n'_i	y_i-1	$n_i+n'_i$	t'_i	$u'(ti)$
1975	-2.1	-5.0	1	3	0	0	0.0	32	2	2	2	249	0.0
1976	-0.4	-3.4	2	10	1	1	1.0	31	8	9	9	247	-0.5
1977	1.3	-2.1	3	17	2	3	1.6	30	14	16	16	239	-0.8
1978	3.6	-2.0	4	32	3	6	2.0	29	28	31	31	225	-0.8
1979	2.5	-1.4	5	27	3	9	2.0	28	23	26	26	197	-0.3
1980	0.9	-1.0	6	14	2	11	1.3	27	11	13	13	174	0.1
1981	3.1	-0.8	7	31	5	16	1.7	26	25	30	30	163	0.0
1982	0.7	-0.7	8	12	2	18	1.0	25	9	11	11	138	0.6
1983	-0.7	-0.6	9	8	1	19	0.2	24	6	7	7	129	0.4
1984	1.8	-0.4	10	21	6	25	0.4	23	14	20	20	123	0.2
1985	1.0	0.0	11	15	5	30	0.4	22	9	14	14	109	0.4
1986	2.1	0.7	12	24.5	8	38	0.7	21	15.5	23.5	23.5	100	0.3
1987	2.2	0.8	13	26	9	47	1.0	20	16	25	25	84.5	0.7
1988	1.7	0.9	14	20	6	53	0.8	19	13	19	19	68.5	1.2
1989	-3.4	1.0	15	2	0	53	0.0	18	1	1	1	55.5	1.6
1990	0.0	1.2	16	11	4	57	-0.3	17	6	10	10	54.5	1.1
1991	-2.0	1.3	17	4	1	58	-0.8	16	2	3	3	48.5	1.0
1992	-5.0	1.5	18	1	0	58	-1.4	15	0	0	0	46.5	0.6
1993	-1.4	1.6	19	5	2	60	-1.8	14	2	4	4	46.5	-0.1
1994	1.2	1.7	20	16	11	71	-1.6	13	4	15	15	44.5	-0.7
1995	1.9	1.8	21	22	15	86	-1.1	12	6	21	21	40.5	-1.0
1996	2.8	1.9	22	30	19	105	-0.6	11	10	29	29	34.5	-1.1
1997	1.5	2.0	23	18	13	118	-0.4	10	4	17	17	24.5	-0.4
1998	2.0	2.1	24	23	17	135	-0.1	9	5	22	22	20.5	-0.5
1999	2.7	2.1	25	28.5	22	157	0.3	8	5.5	27.5	27.5	15.5	-0.4
2000	-1.0	2.2	26	6	5	162	0.0	7	0	5	5	10	0.2
2001	2.7	2.5	27	28.5	23	185	0.4	6	4.5	27.5	27.5	10	-0.9
2002	-0.6	2.7	28	9	7	192	0.1	5	1	8	8	5.5	-0.2
2003	1.6	2.7	29	19	16	208	0.2	4	2	18	18	4.5	-1.0
2004	0.8	2.8	30	13	11	219	0.1	3	1	12	12	2.5	-1.0
2005	2.1	3.1	31	24.5	22	241	0.3	2	1.5	23.5	23.5	1.5	-2.0
2006	-0.8	3.6	32	7	6	247	-0.03	1	0	6	6	0	0.0

Tablo 7.3 : Milas Meteoroloji İstasyonununun 1975–2006 dönemi kış mevsiminin aylık ortalama sıcaklık gözlemleri için, Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısının hesaplanması ve ardışık analizi

<i>YIL</i>	X_i	RX_i	<i>i</i>	y_i	n_i	t_i	$u(ti)$	i'	n'_i	y_i-1	$n_i+n'_i$	t'_i	$u'(ti)$
1975	8.5	7.2	1	3	0	0	0.0	32	2	2	2	205.5	1.4
1976	8.6	8.3	2	4.5	1	1	1.0	31	2.5	3.5	3.5	203.5	1.0
1977	9.9	8.5	3	17.5	2	3	1.6	30	14.5	16.5	16.5	201	0.6
1978	10.5	8.6	4	28.5	3	6	2.0	29	24.5	27.5	27.5	186.5	0.6
1979	10.2	8.6	5	25.5	3	9	2.0	28	21.5	24.5	24.5	162	1.1
1980	8.9	8.8	6	8	2	11	1.3	27	5	7	7	140.5	1.5
1981	10.0	8.9	7	20	4	15	1.4	26	15	19	19	135.5	1.2
1982	8.9	8.9	8	8	2.5	17.5	0.9	25	4.5	7	7	120.5	1.4
1983	8.3	8.9	9	2	0	17.5	-0.1	24	1	1	1	116	1.1
1984	9.8	9.3	10	15.5	5	22.5	0.0	23	9.5	14.5	14.5	115	0.6
1985	9.5	9.5	11	11.5	5	27.5	0.0	22	5.5	10.5	10.5	105.5	0.6
1986	10.1	9.5	12	23	9	36.5	0.5	21	13	22	22	100	0.3
1987	10.2	9.6	13	25.5	10.5	47	1.0	20	14	24.5	24.5	87	0.5
1988	9.9	9.7	14	17.5	7.5	54.5	1.0	19	9	16.5	16.5	73	0.9
1989	8.8	9.8	15	6	3	57.5	0.5	18	2	5	5	64	0.9
1990	9.7	9.8	16	14	7	64.5	0.4	17	6	13	13	62	0.5
1991	8.6	9.9	17	4.5	2.5	67	-0.1	16	1	3.5	3.5	56	0.4
1992	7.2	9.9	18	1	0	67	-0.7	15	0	0	0	55	-0.2
1993	9.5	10.0	19	11.5	8.5	75.5	-0.7	14	2	10.5	10.5	55	-1.0
1994	9.6	10.0	20	13	10	85.5	-0.6	13	2	12	12	53	-1.7
1995	10.8	10.0	21	31	20	105.5	0.0	12	10	30	30	51	-2.5
1996	10.7	10.1	22	30	20	125.5	0.6	11	9	29	29	41	-2.1
1997	10.1	10.1	23	23	16.5	142	0.8	10	5.5	22	22	32	-1.7
1998	10.5	10.1	24	28.5	20.5	162.5	1.2	9	7	27.5	27.5	26.5	-1.8
1999	11.0	10.2	25	32	24	186.5	1.7	8	7	31	31	19.5	-1.4
2000	8.9	10.2	26	8	7	193.5	1.4	7	0	7	7	12.5	-0.6
2001	10.4	10.4	27	27	21	214.5	1.6	6	5	26	26	12.5	-1.9
2002	10.0	10.5	28	20	16.5	231	1.7	5	2.5	19	19	7.5	-1.2
2003	10.1	10.5	29	23	19	250	1.8	4	3	22	22	5	-1.4
2004	9.8	10.7	30	15.5	13.5	263.5	1.6	3	1	14.5	14.5	2	-0.5
2005	10.0	10.8	31	20	17.5	281	1.6	2	1	19	18.5	1	-1.0
2006	9.3	11.0	32	10	9	290	1.36	1	0	9	9	0	0.0

Tablo 7.4 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonunun 1975–2006 dönemi kış mevsiminin aylık toplam yağış gözlemleri için, Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısının hesaplanması ve ardışık analizi

<i>YIL</i>	X_i	RX_i	<i>i</i>	y_i	n_i	t_i	$u(ti)$	i'	n'_i	y_i-I	$n_i+n'_i$	t'_i	$u'(ti)$
1975	270,9	85,4	1	27	0	0	0,0	32	26	26	26	255,5	-0,2
1976	202,5	90,4	2	18	0	0	-1,0	31	17	17	17	229,5	0,1
1977	134,0	93,3	3	9	0	0	-1,6	30	8	8	8	212,5	0,2
1978	269,4	102,1	4	26	2	2	-0,7	29	23	25	25	204,5	-0,1
1979	231,8	109,5	5	22	2	4	-0,5	28	19	21	21	181,5	0,3
1980	233,7	112,9	6	23	3	7	-0,2	27	19	22	22	162,5	0,5
1981	362,3	122,4	7	31	6	13	0,8	26	24	30	30	143,5	0,8
1982	109,5	129,7	8	5	0	13	-0,2	25	4	4	4	119,5	1,4
1983	827,0	134,0	9	32	8	21	0,6	24	23	31	31	115,5	1,1
1984	122,4	138,9	10	7	1	22	-0,1	23	10	6	11	92,5	1,8
1985	163,8	153,7	11	14	2	24	-0,5	22	-2	0	0	82,5	1,9
1986	229,8	155,3	12	21	5	29	-0,5	21	10,5	20	15,5	84,5	1,2
1987	240,9	161,2	13	25	8	37	-0,2	20	16	24	24	74	1,4
1988	153,7	163,8	14	11	3	40	-0,6	19	7	10	10	58	1,9
1989	85,4	175,6	15	1	0	40	-1,2	18	0	0	0	51	1,9
1990	155,3	177,8	16	12	5	45	-1,4	17	6	11	11	51	1,4
1991	273,0	182,5	17	28	14	59	-0,7	16	13	27	27	45	1,4
1992	90,4	202,5	18	2	1	60	-1,2	15	0	1	1	32	2,0
1993	93,3	202,6	19	3	2	62	-1,6	14	2	2	4	32	1,5
1994	182,5	216,2	20	17	9	71	-1,6	13	8,5	16	17,5	30	1,1
1995	112,9	229,8	21	6	4	75	-1,8	12	4,5	5	8,5	21,5	1,6
1996	175,6	231,8	22	15	10	85	-1,7	11	1	14	11	17	1,6
1997	161,2	233,7	23	13	9	94	-1,7	10	0	12	9	16	1,2
1998	240,1	240,1	24	24	17	111	-1,3	9	1	23	18	16	0,4
1999	216,2	240,9	25	20	14	125	-1,2	8	6	19	20	15	-0,2
2000	177,8	269,4	26	16	12	137	-1,1	7	0	15	12	9	0,5
2001	296,5	270,9	27	29	24	161	-0,6	6	4	28	28	9	-0,6
2002	138,9	273,0	28	10	7	168	-0,8	5	4	9	11	5	0,0
2003	298,4	296,5	29	30	26	194	-0,3	4	0	29	26	1	1,4
2004	202,6	298,4	30	19	16	210	-0,3	3	0	18	16	1	0,5
2005	129,7	362,3	31	8	6	216	-0,6	2	1	7	7	1	-1,0
2006	102,1	827,0	32	4	3	219	-0,94	1	0	3	3	0	0,0

Tablo 7.5 : Milas Meteoroloji İstasyonunun 1975–2006 dönemi kış mevsiminin aylık toplam yağış gözlemleri için, Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısının hesaplanması ve ardışık analizi

<i>YIL</i>	X_i	RX_i	<i>i</i>	y_i	n_i	t_i	$u(ti)$	i'	n'_i	y_i-l	$n_i+n'_i$	t'_i	$u'(ti)$
1975	378,2	152,2	1	19	0	0	0,0	32	18	18	18	248,5	0,0
1976	237,1	189,9	2	5	0	0	-1,0	31	4	4	4	230,5	0,1
1977	303,5	232,0	3	11	1	1	-0,5	30	9	10	10	226,5	-0,3
1978	582,0	234,8	4	31	3	4	0,7	29	27	30	30	217,5	-0,5
1979	511,1	237,1	5	30	3	7	1,0	28	26	29	29	190,5	-0,1
1980	428,4	258,8	6	23	3	10	0,9	27	19	22	22	164,5	0,5
1981	751,3	287,4	7	32	6	16	1,7	26	25	31	31	145,5	0,7
1982	287,4	289,4	8	7	1	17	0,7	25	5	6	6	120,5	1,4
1983	448,2	295,5	9	27	5	22	0,8	24	21	26	26	115,5	1,1
1984	439,8	303,0	10	26	5	27	0,8	23	10	25	15	94,5	1,7
1985	415,9	303,5	11	22	4	31	0,5	22	17	21	21	84,5	1,7
1986	495,6	317,0	12	29	8	39	0,8	21	10,5	28	18,5	67,5	2,3
1987	295,5	320,2	13	9	2	41	0,2	20	6	8	8	57	2,5
1988	341,1	320,4	14	16	4	45	-0,1	19	11	15	15	51	2,4
1989	189,9	336,0	15	2	0	45	-0,7	18	1	1	1	40	2,8
1990	320,4	341,1	16	14	5	50	-0,9	17	8	13	13	39	2,4
1991	232,0	349,2	17	3	1	51	-1,4	16	1	2	2	31	2,6
1992	152,2	377,5	18	1	0	51	-1,9	15	0	0	0	30	2,2
1993	289,4	378,2	19	8	5	56	-2,1	14	2	7	7	30	1,7
1994	336,0	379,9	20	15	9	65	-1,9	13	8,5	14	17,5	28	1,3
1995	379,9	398,4	21	20	12	77	-1,7	12	4,5	19	16,5	19,5	1,9
1996	398,4	415,9	22	21	13	90	-1,4	11	1	20	14	15	1,9
1997	303,0	428,4	23	10	7	97	-1,6	10	0	9	7	14	1,5
1998	320,2	433,4	24	13	9	106	-1,6	9	1	12	10	14	0,8
1999	435,2	435,2	25	25	18	124	-1,2	8	6	24	24	13	0,2
2000	234,8	439,8	26	4	3	127	-1,6	7	0	3	3	7	1,1
2001	349,2	448,2	27	17	14	141	-1,4	6	2	16	16	7	0,2
2002	317,0	493,2	28	12	10	151	-1,5	5	4	11	14	5	0,0
2003	493,2	495,6	29	28	24	175	-1,1	4	0	27	24	1	1,4
2004	433,4	511,1	30	24	21	196	-0,8	3	0	23	21	1	0,5
2005	377,5	582,0	31	18	16	212	-0,7	2	1	17	17	1	-1,0
2006	258,8	751,3	32	6	5	217	-1,01	1	0	5	5	0	0,0

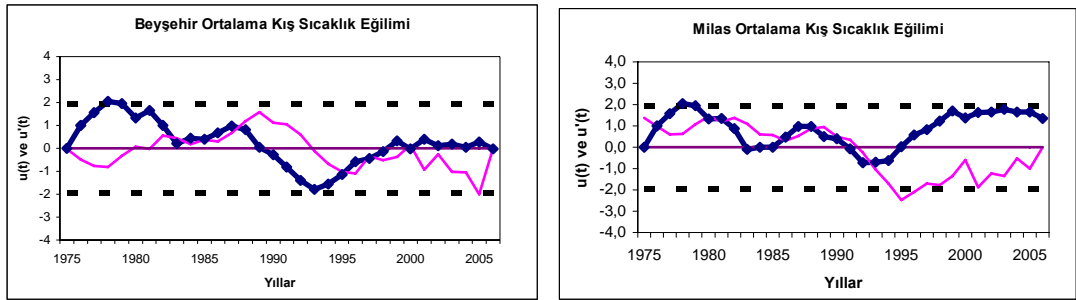
Mann-Kendall $u(t)$ örneklem değeri, bir dizideki uzun süreli herhangi bir eğilimin yönünü ve istatistiksel büyüklüğünü verir. Boş hipotez $|u(t)|$ 'nin büyük değerleri için reddedilir. Hesaplanan $u(t)$ değerinin, 0.05 ve 0.01 düzeyinde anlamlı olması durumunda, $u(t) > 0$ ise artan, $u(t) < 0$ ise azalan yönde önemli bir eğilimin varlığı kabul edilir (Türkeş, 2003).

Mann-Kendall sıra korelasyon katsayı testini sınamak için, hipotezler şu şekilde ifade edilir:

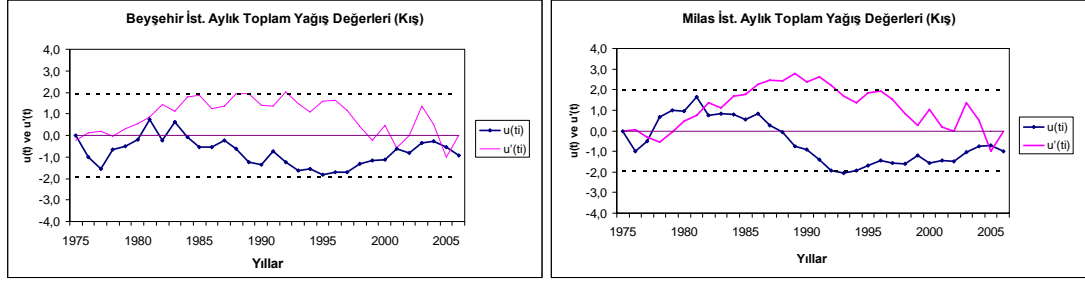
H_0 = Gözlem dizisinin ortalamasında herhangi bir eğilim yoktur (Gözlem dizisi herhangi bir eğilime karşı rasgeledir.)

H_1 = Gözlem dizisi ortalamasında herhangi bir eğilim vardır (Gözlem dizisi herhangi bir eğilime karşı rasgele değildir).

Mann-Kendall sınavasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin zaman dizisi çizimlerine dayanan yorumlarda, temel bir kural olarak, $u(t)$ eğrisi eğiliminin yönünü göstermek üzere, $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birbirlerini kesip ayrıldıkları nokta, kuvvetli bir eğilimin başladığı nokta ya da değişiklik noktası olarak kabul edilir. Böyle bir değişiklik noktasından sonra, $u(t)$ eğrisinin normal dağılımın iki yanlı şekline göre % 95 güven sınırlarının (burada ± 1.96 kritik değerinin) dışında kalan bölümleri anlamlı bir artış (azalış) dönem olarak değerlendirilir. Ayrıca $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birkaç kez üst üste gelişide önemli bir eğilimin bulunmadığını belirtir (Türkeş, 2003).



Şekil 7.6 : Mann-Kendall trend sınavasının ardışık analizinin Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonu kış mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için grafiksel gösterimi. [$(—)$ $u(t)$, $(—)$ $u'(t)$].



Şekil 7.7 : Mann-Kendall trend sınavasının ardışık analizinin Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonu kış mevsimi aylık toplam yağış değerleri için grafiksel gösterimi. [— $u(t)$, — $u'(t)$].

7.2.3.1.2. En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı (EKKDR)

Bu test istatistiği parametrik olup, uzun süreli değişim tiplerinin belirlenmesinde parametrik olmayan yöntemleri desteklemek için kullanılır. Bu yöntem kullanılarak çizilen doğrusal regresyon eğilimin doğasını ve büyüklüğünü vermektedir.

Bu sınama için hipotezler şu şekilde ifade edilir:

H_0 : Gözlemler herhangi bir eğilim içermiyor

H_1 : Gözlemler herhangi bir eğilim içeriyor

a) En Küçük Kareler Hesaplamaları İçin Gerekli Temel Eşitlikler:

$i = 1, 2, \dots, n$ 'e kadar, X_i ve Y_i , iki değişkene ait diziler olmak üzere:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

$$\alpha = \bar{Y}$$

$$x_i = X_i - \bar{X}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i Y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$\hat{Y} = \alpha + b \cdot x_i$$

$$Y = \alpha + bx$$

b. $\hat{\beta}$ 'nin (regresyon ya da X katsayısının) anlamlılığı için hipotez sınaması (*Student t sınaması*):

b.1. Y 'nin varyansı, s^2 , aşağıdaki eşitlikle kestirilir:

$$s^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2$$

Burada, i , $i = \alpha + \hat{\beta}x_i$ eşitliği ile kestirilen regresyon çizgisi üzerindeki Y 'nin uydurulan değeridir. s^2 'ye "residual varyans" da denir; s ise, Y 'nin standart hatası olarak adlandırılır.

b.2. β 'nin (eğimin) anlamlılığı için *Student t sınaması*:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sqrt{s^2 / \sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

t , $(n-2)$ bağımsızlık sayısı ile birlikte *Student t* dağılır.

Yukarıda verilen eşitlik daha kolay yazılabilir:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{S_{\hat{\beta}}}$$

Burada,

$$S_{\hat{\beta}} = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

$\hat{\beta}$ 'nin standart hatası ya da tahmini standart sapma olarak adlandırılır.

Sınama örneklem değeri t , $(n-2)$ bağımsızlık sayısı ile birlikte Student t dağılır. “gözlemler bir eğilim göstermiyor” ya da “Gözlemlerde herhangi bir eğilim yoktur” boz hipotezi, dağılımın iki yanlı şekline göre $|t|$ 'nin büyük değerleri için ($|t| \geq t_{\alpha/2}$) reddedilir (Türkeş, 2005).

Beyşehir ve Milas yörelerinin mevsimsel aylık ortalama sıcaklık, aylık toplam yağış değerlerindeki uzun süreli dalgalanmaları incelemek için, düşük geçirimli filtre (süzgeç) olarak sıcaklık ve yağış verilerinde 5 noktalı Gauss süzgeci kullanılmıştır. Bu süzgeç matematiksel olarak

$$\bar{X}_t = \sum_{i=-m}^{+m} W_i \cdot X_{t+i}$$

eşitliğiyle gösterilir. Burada \bar{X}_t dizideki t 'inci terim için hesaplanan süzgeç değeri ve W_i $i = -m$ 'den $+m$ 'e kadar t 'nin iki yanındaki X_i değerleriyle çarpılan ağırlıktır. Ağırlıkların toplamı 1'e eşit olmalıdır (Türkeş, 1995).

Tablo 7.6 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi aylık ortalama sıcaklık değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon) ve Gauss süzgeci hesaplamaları

<i>YIL</i>	X_i	Y_i	xi	$x_i \cdot Y_i$	xi^2	y	$Y_i - y$	$(Y_i - y)^2$	Gauss
1975	1	-2.1	-15.5	32.6	240.3	0.7	-2.8	7.9	
1976	2	-0.4	-14.5	5.3	210.3	0.7	-1.1	1.2	
1977	3	1.3	-13.5	-17.1	182.3	0.7	0.6	0.3	1.3
1978	4	3.6	-12.5	-45.0	156.3	0.7	2.9	8.4	2.4
1979	5	2.5	-11.5	-29.1	132.3	0.7	1.8	3.3	2.4
1980	6	0.9	-10.5	-9.5	110.3	0.7	0.2	0.0	2.0
1981	7	3.1	-9.5	-29.1	90.3	0.7	2.4	5.6	1.7
1982	8	0.7	-8.5	-6.2	72.3	0.7	0.0	0.0	1.0
1983	9	-0.7	-7.5	5.0	56.3	0.7	-1.4	1.9	0.6
1984	10	1.8	-6.5	-11.5	42.3	0.7	1.1	1.1	1.0
1985	11	1.0	-5.5	-5.5	30.3	0.7	0.3	0.1	1.4
1986	12	2.1	-4.5	-9.3	20.3	0.7	1.4	1.8	1.8
1987	13	2.2	-3.5	-7.7	12.3	0.7	1.5	2.2	1.6
1988	14	1.7	-2.5	-4.3	6.3	0.7	1.0	1.0	0.5
1989	15	-3.4	-1.5	5.2	2.3	0.7	-4.1	17.2	-0.9
1990	16	0.0	-0.5	0.0	0.3	0.7	-0.7	0.5	-1.5
1991	17	-2.0	0.5	-1.0	0.3	0.7	-2.7	7.6	-2.3
1992	18	-5.0	1.5	-7.5	2.3	0.7	-5.7	32.7	-2.7
1993	19	-1.4	2.5	-3.4	6.3	0.7	-2.1	4.3	-1.5
1994	20	1.2	3.5	4.2	12.3	0.7	0.5	0.2	0.5
1995	21	1.9	4.5	8.7	20.3	0.7	1.2	1.5	1.7
1996	22	2.8	5.5	15.6	30.3	0.7	2.1	4.5	2.2
1997	23	1.5	6.5	9.8	42.3	0.7	0.8	0.6	2.0
1998	24	2.0	7.5	15.3	56.3	0.7	1.3	1.7	1.9
1999	25	2.7	8.5	22.7	72.3	0.7	1.9	3.8	1.6
2000	26	-1.0	9.5	-9.2	90.3	0.7	-1.7	2.8	1.0
2001	27	2.7	10.5	28.4	110.3	0.7	2.0	3.9	1.0
2002	28	-0.6	11.5	-6.5	132.3	0.7	-1.3	1.7	0.8
2003	29	1.6	12.5	20.0	156.3	0.7	0.9	0.8	1.0
2004	30	0.8	13.5	10.4	182.3	0.7	0.0	0.0	1.1
2005	31	2.1	14.5	30.0	210.3	0.7	1.3	1.8	
2006	32	-0.8	15.5	-12.4	240.3	0.7	-1.5	2.3	

Tablo 7.7 : Milas Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi aylık ortalama sıcaklık değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon) ve Gauss süzgeci hesaplamaları

<i>YIL</i>	X_i	Y_i	xi	$x_i \cdot Y_i$	xi^2	y	$Y_i - y$	$(Y_i - y)^2$	Gauss
1975	1	8.5	-15.5	-131.8	240.3	9.2	-0.7	0.6	
1976	2	8.6	-14.5	-125.2	210.3	9.3	-0.6	0.4	
1977	3	9.9	-13.5	-134.1	182.3	9.3	0.6	0.4	9.7
1978	4	10.5	-12.5	-131.3	156.3	9.3	1.2	1.4	10.1
1979	5	10.2	-11.5	-117.3	132.3	9.3	0.9	0.7	9.9
1980	6	8.9	-10.5	-93.5	110.3	9.4	-0.5	0.2	9.6
1981	7	10.0	-9.5	-95.3	90.3	9.4	0.6	0.4	9.4
1982	8	8.9	-8.5	-75.7	72.3	9.4	-0.5	0.3	9.1
1983	9	8.3	-7.5	-62.3	56.3	9.4	-1.1	1.3	9.0
1984	10	9.8	-6.5	-63.7	42.3	9.5	0.3	0.1	9.3
1985	11	9.5	-5.5	-52.1	30.3	9.5	0.0	0.0	9.7
1986	12	10.1	-4.5	-45.6	20.3	9.5	0.6	0.4	10.0
1987	13	10.2	-3.5	-35.7	12.3	9.5	0.7	0.4	10.0
1988	14	9.9	-2.5	-24.7	6.3	9.6	0.3	0.1	9.7
1989	15	8.8	-1.5	-13.2	2.3	9.6	-0.8	0.6	9.3
1990	16	9.7	-0.5	-4.9	0.3	9.6	0.1	0.0	9.1
1991	17	8.6	0.5	4.3	0.3	9.6	-1.1	1.2	8.6
1992	18	7.2	1.5	10.8	2.3	9.7	-2.5	6.1	8.4
1993	19	9.5	2.5	23.7	6.3	9.7	-0.2	0.1	9.0
1994	20	9.6	3.5	33.6	12.3	9.7	-0.1	0.0	9.8
1995	21	10.8	4.5	48.6	20.3	9.7	1.1	1.1	10.4
1996	22	10.7	5.5	58.7	30.3	9.8	0.9	0.8	10.5
1997	23	10.1	6.5	65.9	42.3	9.8	0.3	0.1	10.4
1998	24	10.5	7.5	78.8	56.3	9.8	0.7	0.5	10.4
1999	25	11.0	8.5	93.5	72.3	9.8	1.2	1.3	10.3
2000	26	8.9	9.5	84.6	90.3	9.9	-1.0	0.9	9.9
2001	27	10.4	10.5	109.6	110.3	9.9	0.5	0.3	10.0
2002	28	10.0	11.5	115.0	132.3	9.9	0.1	0.0	10.0
2003	29	10.1	12.5	126.3	156.3	9.9	0.2	0.0	10.0
2004	30	9.8	13.5	131.9	182.3	10.0	-0.2	0.0	9.9
2005	31	10.0	14.5	145.5	210.3	10.0	0.0	0.0	
2006	32	9.3	15.5	144.2	240.3	10.0	-0.7	0.5	

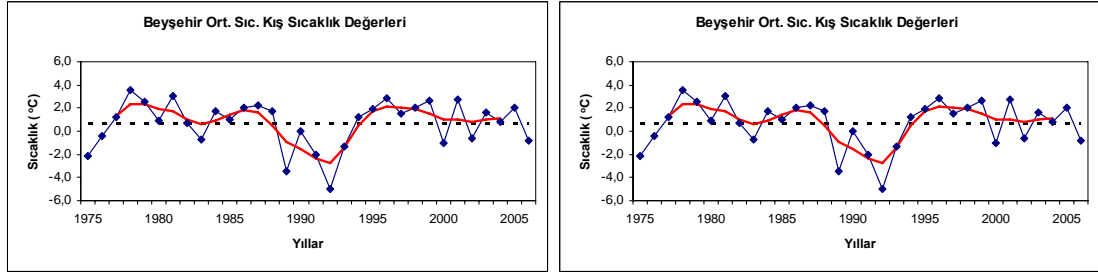
Tablo 7.8 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi aylık toplam yağış değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon) ve Gauss süzgeci hesaplamaları

<i>YIL</i>	<i>Xi</i>	<i>Yi</i>	<i>xi</i>	<i>xi . Yi</i>	<i>xi2</i>	<i>y</i>	<i>Yi - y</i>	<i>(Yi - y)2</i>	<i>Gauss</i>
1975	1	270,9	-15,5	-4199,0	240,3	257,4	13,5	183,0	
1976	2	202,5	-14,5	-2936,3	210,3	254,2	-51,7	2677,4	
1977	3	134,0	-13,5	-1809,0	182,3	251,1	-117,1	13715,6	197,0
1978	4	269,4	-12,5	-3367,5	156,3	248,0	21,4	458,7	221,7
1979	5	231,8	-11,5	-2665,7	132,3	244,9	-13,1	170,4	243,2
1980	6	233,7	-10,5	-2453,9	110,3	241,7	-8,0	64,4	258,8
1981	7	362,3	-9,5	-3441,9	90,3	238,6	123,7	15303,0	290,8
1982	8	109,5	-8,5	-930,8	72,3	235,5	-126,0	15867,2	350,6
1983	9	827,0	-7,5	-6202,5	56,3	232,3	594,7	353626,2	418,0
1984	10	122,4	-6,5	-795,6	42,3	229,2	-106,8	11407,4	307,1
1985	11	163,8	-5,5	-900,9	30,3	226,1	-62,3	3878,3	214,1
1986	12	229,8	-4,5	-1034,1	20,3	222,9	6,9	47,0	205,6
1987	13	240,9	-3,5	-843,2	12,3	219,8	21,1	444,5	203,4
1988	14	153,7	-2,5	-384,3	6,3	216,7	-63,0	3967,3	162,9
1989	15	85,4	-1,5	-128,1	2,3	213,6	-128,2	16424,2	139,2
1990	16	155,3	-0,5	-77,7	0,3	210,4	-55,1	3039,0	162,8
1991	17	273,0	0,5	136,5	0,3	207,3	65,7	4316,8	178,9
1992	18	90,4	1,5	135,6	2,3	204,2	-113,8	12943,1	144,3
1993	19	93,3	2,5	233,3	6,3	201,0	-107,7	11607,5	126,0
1994	20	182,5	3,5	638,8	12,3	197,9	-15,4	237,4	138,4
1995	21	112,9	4,5	508,1	20,3	194,8	-81,9	6704,1	146,4
1996	22	175,6	5,5	965,8	30,3	191,6	-16,0	257,6	161,4
1997	23	161,2	6,5	1047,8	42,3	188,5	-27,3	746,4	184,0
1998	24	240,1	7,5	1800,8	56,3	185,4	54,7	2993,2	207,8
1999	25	216,2	8,5	1837,7	72,3	182,3	33,9	1151,9	214,2
2000	26	177,8	9,5	1689,1	90,3	179,1	-1,3	1,8	216,9
2001	27	296,5	10,5	3113,3	110,3	176,0	120,5	14520,1	225,5
2002	28	138,9	11,5	1597,4	132,3	172,9	-34,0	1154,0	221,2
2003	29	298,4	12,5	3730,0	156,3	169,7	128,7	16553,1	226,9
2004	30	202,6	13,5	2735,1	182,3	166,6	36,0	1295,2	198,2
2005	31	129,7	14,5	1880,7	210,3	163,5	-33,8	1141,2	
2006	32	102,1	15,5	1582,6	240,3	160,4	-58,3	3393,3	

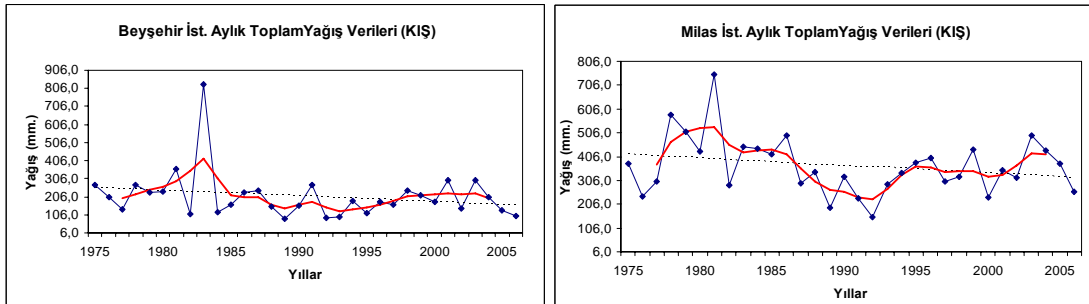
Tablo 7.9 : Milas Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi aylık toplam yağış değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon) ve Gauss süzgeci hesaplamaları

<i>YIL</i>	<i>Xi</i>	<i>Yi</i>	<i>xi</i>	<i>xi . Yi</i>	<i>xi2</i>	<i>y</i>	<i>Yi - y</i>	<i>(Yi - y)2</i>	<i>Gauss</i>
1975	1	378,2	-15,5	-5862,1	240,3	414,7	-36,5	1331,5	
1976	2	237,1	-14,5	-3438,0	210,3	411,6	-174,5	30449,0	
1977	3	303,5	-13,5	-4097,3	182,3	408,5	-105,0	11025,6	371,3
1978	4	582,0	-12,5	-7275,0	156,3	405,4	176,6	31184,4	468,2
1979	5	511,1	-11,5	-5877,7	132,3	402,3	108,8	11834,1	510,2
1980	6	428,4	-10,5	-4498,2	110,3	399,2	29,2	851,4	526,5
1981	7	751,3	-9,5	-7137,4	90,3	396,1	355,2	126147,2	529,9
1982	8	287,4	-8,5	-2442,9	72,3	393,0	-105,6	11158,6	454,9
1983	9	448,2	-7,5	-3361,5	56,3	389,9	58,3	3394,2	423,8
1984	10	439,8	-6,5	-2858,7	42,3	386,8	53,0	2804,0	430,3
1985	11	415,9	-5,5	-2287,5	30,3	383,8	32,1	1033,4	435,5
1986	12	495,6	-4,5	-2230,2	20,3	380,7	114,9	13211,3	415,8
1987	13	295,5	-3,5	-1034,3	12,3	377,6	-82,1	6734,8	355,4
1988	14	341,1	-2,5	-852,8	6,3	374,5	-33,4	1113,7	301,9
1989	15	189,9	-1,5	-284,9	2,3	371,4	-181,5	32934,4	266,4
1990	16	320,4	-0,5	-160,2	0,3	368,3	-47,9	2292,9	259,0
1991	17	232,0	0,5	116,0	0,3	365,2	-133,2	17739,8	235,0
1992	18	152,2	1,5	228,3	2,3	362,1	-209,9	44056,9	225,4
1993	19	289,4	2,5	723,5	6,3	359,0	-69,6	4844,7	269,6
1994	20	336,0	3,5	1176,0	12,3	355,9	-19,9	396,4	328,1
1995	21	379,9	4,5	1709,6	20,3	352,8	27,1	733,5	363,8
1996	22	398,4	5,5	2191,2	30,3	349,7	48,7	2369,5	362,6
1997	23	303,0	6,5	1969,5	42,3	346,6	-43,6	1903,5	342,6
1998	24	320,2	7,5	2401,5	56,3	343,5	-23,3	544,5	343,2
1999	25	435,2	8,5	3699,2	72,3	340,4	94,8	8979,2	346,4
2000	26	234,8	9,5	2230,6	90,3	337,3	-102,5	10516,0	320,4
2001	27	349,2	10,5	3666,6	110,3	334,3	14,9	223,4	327,8
2002	28	317,0	11,5	3645,5	132,3	331,2	-14,2	200,5	369,1
2003	29	493,2	12,5	6165,1	156,3	328,1	165,1	27272,4	421,0
2004	30	433,4	13,5	5850,9	182,3	325,0	108,4	11756,4	416,9
2005	31	377,5	14,5	5473,8	210,3	321,9	55,6	3093,7	
2006	32	258,8	15,5	4011,4	240,3	318,8	-60,0	3598,3	

Sınama örneklem değeri t , $(n-2)$ bağımsızlık sayısı ile birlikte Student t dağılır. “Gözlemler bir eğilim göstermiyor” ya da “Gözlemlerde herhangi bir eğilim yoktur” boz hipotezi, dağılımın iki yanlı şekline göre $|t|$ 'nin büyük değerleri için $(|t| \geq t_{\alpha/2})$ reddedilir (Türkeş, 2005).



Şekil 7.8 : EKKDR eşitliğine göre Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi aylık ortalama sıcaklık değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (....) ve 5 noktalı Gauss süzgeci (-).



Şekil 7.9 : EKKDR eşitliğine göre Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi aylık toplam yağış değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (....) ve 5 noktalı Gauss süzgeci (-).

7.2.4. Ortalama Sıcaklık ve Toplam Yağış Dizilerinin Çözömlenmelerinin Sonuçları

En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı (EKKDR)

Beyşehir ve Milas yörelerinin mevsimsel aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine uygulanan en küçük kareler doğrusal regresyon yaklaşımı sınavına göre Beyşehir istasyonunun verilerinde yaz mevsimi için elde edilen t değeri istatistik açıdan anlamlı çıkmıştır. Burada % 0.05 düzeyinde bir anlamlılıktan söz edebiliriz. Değerin pozitif olması da ortalama sıcaklık değerlerinde bir artış eğilimi

olduğunun kanıtıdır. Kış, yaz ve ilkbahar mevsimlerinde ise elde edilen t değeri istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Ayrıca dalgalanmaların gözlenmesi yoğun bir rasgelelik ifadesidir (Tablo 7.9 ve 7.17).

Tablo 7.10 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonu mevsimsel aylık ortalama sıcaklık verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için student t sınaması sonuçları

Beyşehir Ortalama Sıcaklık EKKDR Tablosu							
	Y	β	s^2	t	n-2	Kritik değer	
						0.05	0.01
Kış	0.7156+(-0.001).xi	-0.001	4.1	-0.021	30	2,042	2,750
İlkbahar	9.8427+0.002.xi	0.002	0.9	0.170	30	2,042	2,750
Yaz	20.8771+0.030.xi	0.030	0.6	2.750*	30	2,042	2,750
Sonbahar	11.6271+(-0.008).xi	-0.008	0.7	-0.680	30	2,042	2,750

* 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

** 0,01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Milas yöresinde ölçülen değerlerde ise kış mevsiminde % 0.05 düzeyinde bir anlamlılık ve diğer mevsimlerde ise % 0.01 düzeyinde bir anlamlılıktan ve artan bir eğilim açık bir şekilde görülmektedir. Milas'taki yaz ve sonbahar mevsimindeki (özellikle yaz dönemi) ortalama sıcaklık artış miktarı diğer mevsimlere göre daha fazladır (Tablo 7.10 ve 7.17).

Tablo 7.11 : Milas Meteoroloji İstasyonu mevsimsel aylık ortalama sıcaklık verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için student t sınaması sonuçları

Milas Ortalama Sıcaklık EKKDR Tablosu							
	Y	β	s^2	t	n-2	Kritik değer	
						0.05	0.01
Kış	9.6354+(0.025).xi	0.025	0.7	2.250*	30	2,042	2,750
İlkbahar	15.9177+0.032.xi	0.032	0.7	2.760**	30	2,042	2,750
Yaz	27.3938+0.078.xi	0.078	0.4	9.370**	30	2,042	2,750
Sonbahar	18.7708+(0.051).xi	0.051	0.5	5.500**	30	2,042	2,750

* 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

** 0,01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Yıllık toplam yağış verilerine baktığımızda ise Beyşehir yöresinde en küçük karelerin doğrusal regresyonu açısından herhangi yağış verilerinde herhangi bir anlamlılık söz konusu değildir ve verilerde genel anlamda kış mevsimi hariç,

mevsimlere bağılı bir artış eğilimi hakimdir. Yalnızca kış mevsiminde anlamlı olmayan bir azalmadan söz edilebilir (Tablo 7.11 ve 7.18).

Tablo 7.12 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yıllık toplam yağış verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için student t sınaması sonuçları

Beyşehir Toplam Yağış EKKDR Tablosu							
Dönemler	Y	β	s^2	t	n-2	Kritik değer	
						0,05	0,01
Kış	208,8625+(-3,1297).xi	-3,1297	17343	-1,76	30	2,042	2,750
İlkbahar	141,9969+(-0,8881).xi	-0,8881	2197	1,40	30	2,042	2,750
Yaz	40,3469+(0,4903).xi	0,4903	821,4	1,26	30	2,042	2,750
Sonbahar	122,5531+(0,7958).xi	0,7958	3300,9	1,02	30	2,042	2,750

* 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

** 0,01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Milas bölgesinde genel anlamda, t 'nin değerine bağılı olarak kış ilkbahar ve yaz mevsimlerine de bir azalma eğiliminden söz edilebilir fakat bunlardan sadece yaz mevsimindeki toplam yağıştan azalma anlamlı bir eğilimi bize işaret eder. Bununla birlikte sonbahar mevsimindeki yağış değerlerinde anlamlı olmasa da bir artış eğiliminden bahsedebiliriz (Tablo 7.12 ve 7.18).

Tablo 7.13 : Milas Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yıllık toplam yağış verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için student t sınaması sonuçları

Milas Toplam Yağış EKKDR Tablosu							
Dönemler	Y	β	s^2	t	n-2	Kritik değer	
						0,05	0,01
Kış	366,7378+(-3,0937).xi	-3,0937	14191	-1,92	30	2,042	2,750
İlkbahar	163,4844+(-0,8234).xi	-0,8234	4033,9	-0,96	30	2,042	2,750
Yaz	20,0906+(-0,9957).xi	-0,9957	727	-2,73*	30	2,042	2,750
Sonbahar	152,1066+(-0,7684).xi	-0,7684	4591,3	0,84	30	2,042	2,750

* 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

** 0,01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Mann-Kendall

Mann-Kendall sonuçları EKKDR ile eğilimin doğası açısından büyük bir benzerlik göstermemektedir. Tüm mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak Milas istasyonunda yalnızca sonbahar ve yaz

mevsimlerinde anlamlı bir sonuç bulunmuştur. İlkbahar ve yaz sıcaklık değerlerine bakıldığında eğimler rasgele seyretmiştir. Ancak, her iki mevsimdeki sıcaklık değerlerindeki azalma ve artma istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamakla birlikte yoğun bir rasgelelik ifade eder.

Tablo 7.14 : Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonları mevsimsel aylık ortalama sıcaklık değerleri için Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı sınaması sonuçları

Beyşehir Mevsimsel Ortalama Sıcaklık			
Mann-Kendall	$U(t)$	$F(z)$	α_1
<i>Kış</i>	-0.032	0.5120	0.9760
<i>İlkbahar</i>	0.001	0.5000	1.0000
<i>Yaz</i>	1.281	0.8997	0.2006
<i>Sonbahar</i>	-0.876	0.8078	0.3844
Milas Mevsimsel Ortalama Sıcaklık			
Mann-Kendall	$U(t)$	$F(z)$	α_1
<i>Kış</i>	1.362	0.9131	0.1738
<i>İlkbahar</i>	1.443	0.9251	0.1498
<i>Yaz</i>	4.589**	0.9999	0.0001
<i>Sonbahar</i>	3.454**	0.9997	0.0006

* 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

** 0,01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

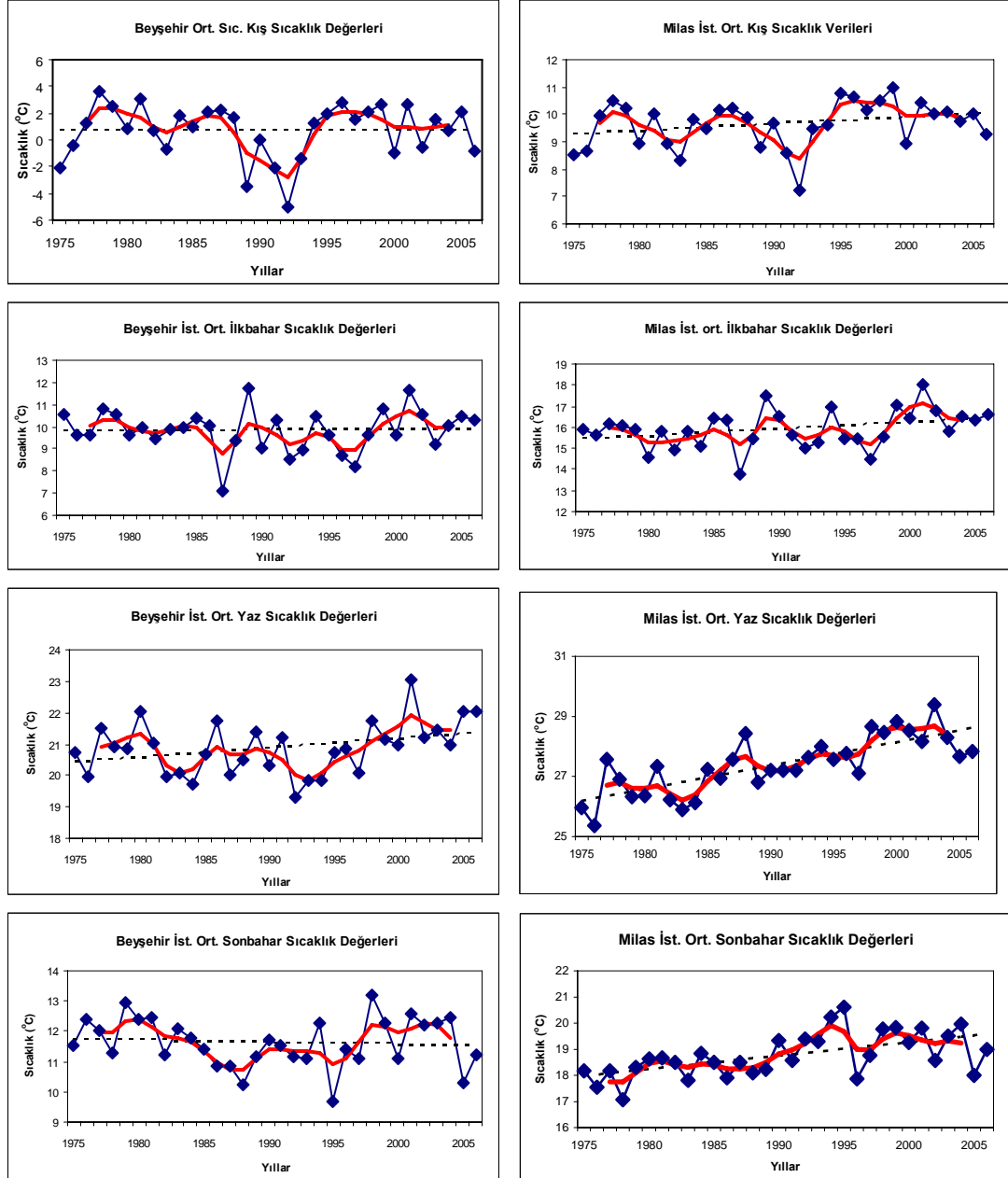
Tablo 7.15 : Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonları mevsimsel yağış değerleri için Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı sınaması sonuçları

Beyşehir İst. Mevsimsel Toplam Yağış			
Mann-Kendall	$U(t)$	$F(z)$	α_1
<i>Kış</i>	-0,9406	0,8264	0,3472
<i>İlkbahar</i>	0,7784	0,7794	0,4412
<i>Yaz</i>	1,0379	0,8485	0,3030
<i>Sonbahar</i>	0,4865	0,6844	0,6312
Milas İst. Mevsimsel Toplam Yağış			
Mann-Kendall	$U(t)$	$F(z)$	α_1
<i>Kış</i>	-1,0054	0,8413	0,3174
<i>İlkbahar</i>	-0,9730	0,8340	0,3320
<i>Yaz</i>	-2,3676*	0,9909	0,0182
<i>Sonbahar</i>	0,1946	0,5753	0,8494

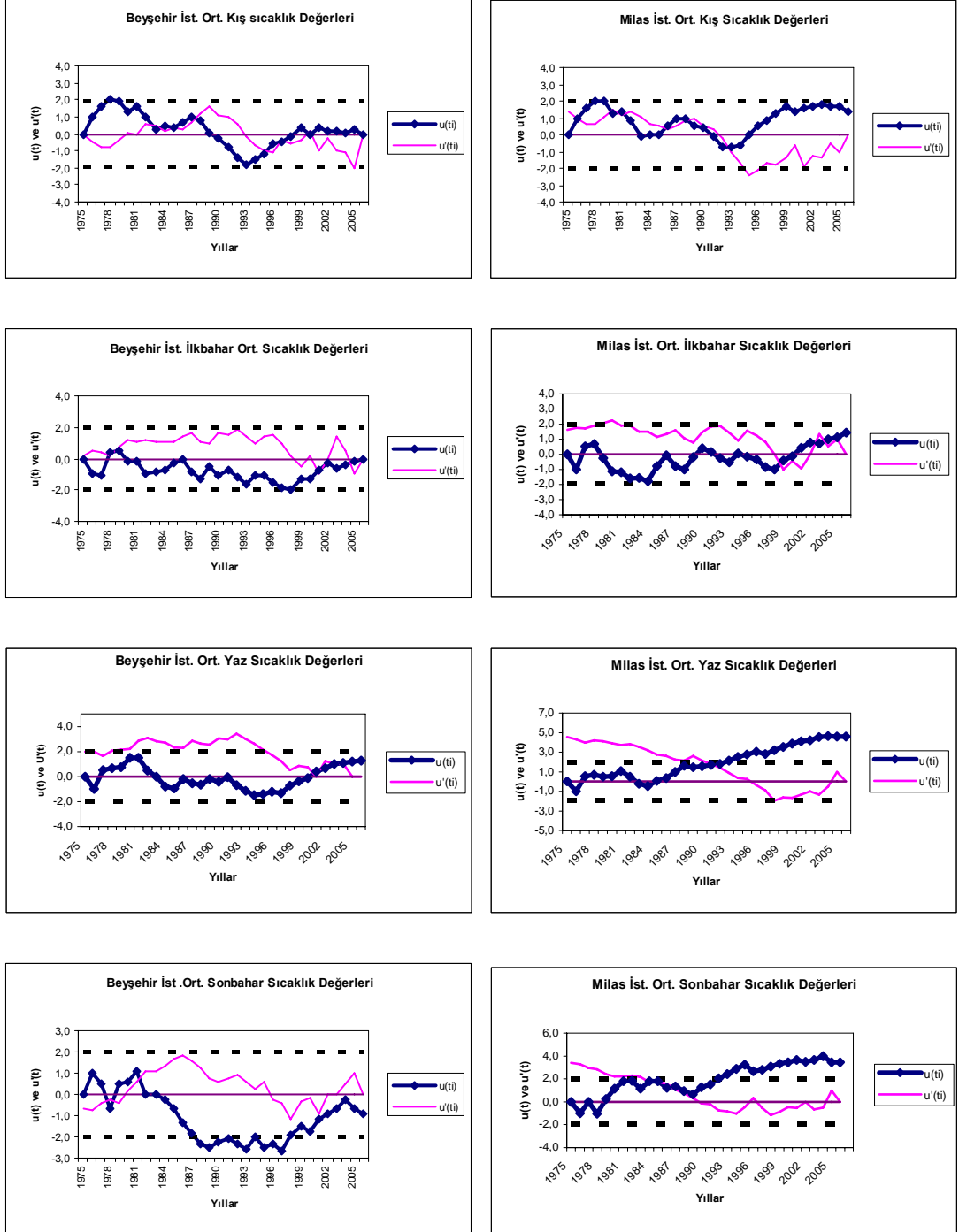
* 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

** 0,01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

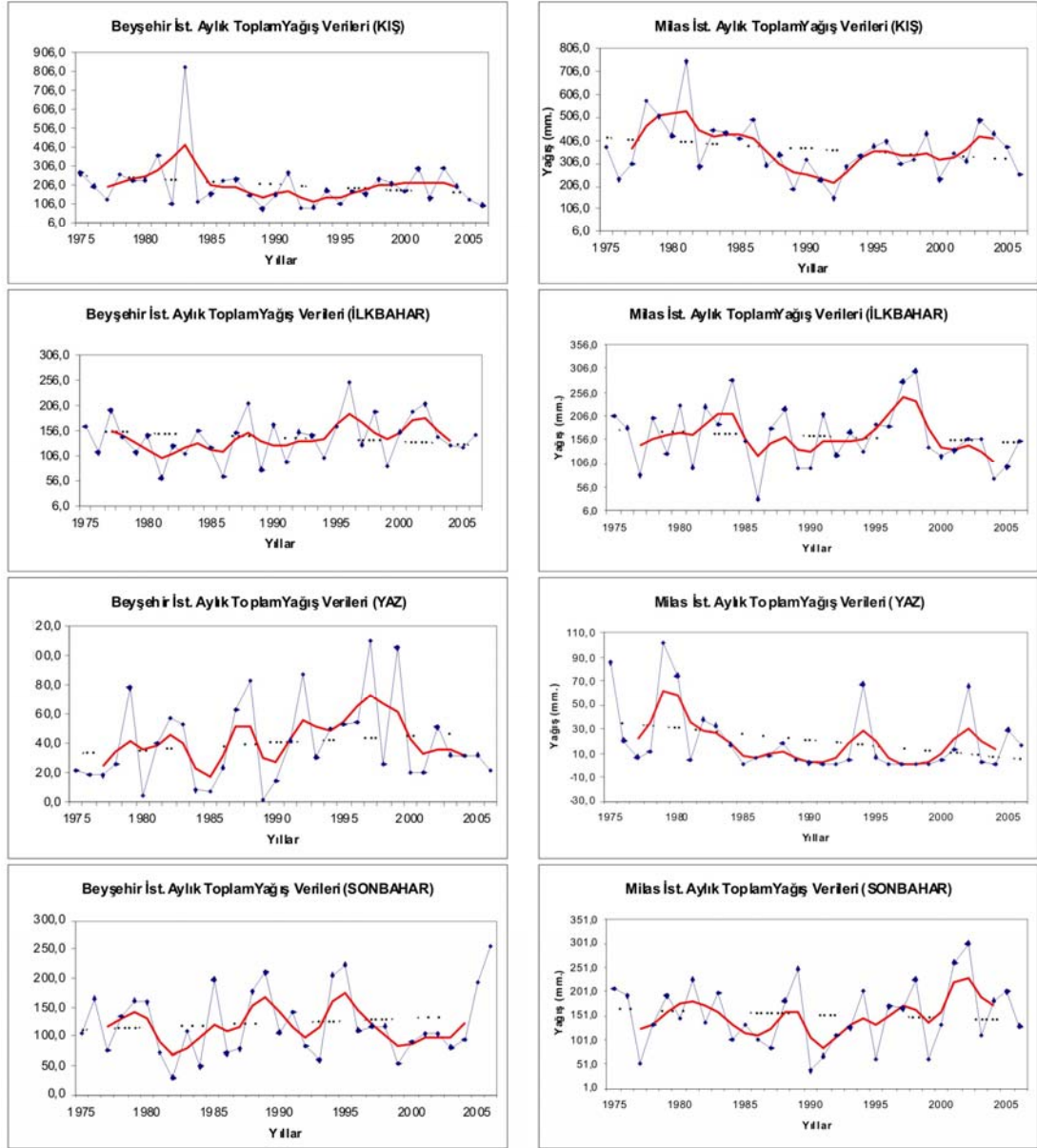
Tablo 7.16 : EKKDR eşitliğine göre Milas ve Beyşehir istasyonlarının mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (···) ve 5 noktalı Gauss süzgeci (—)



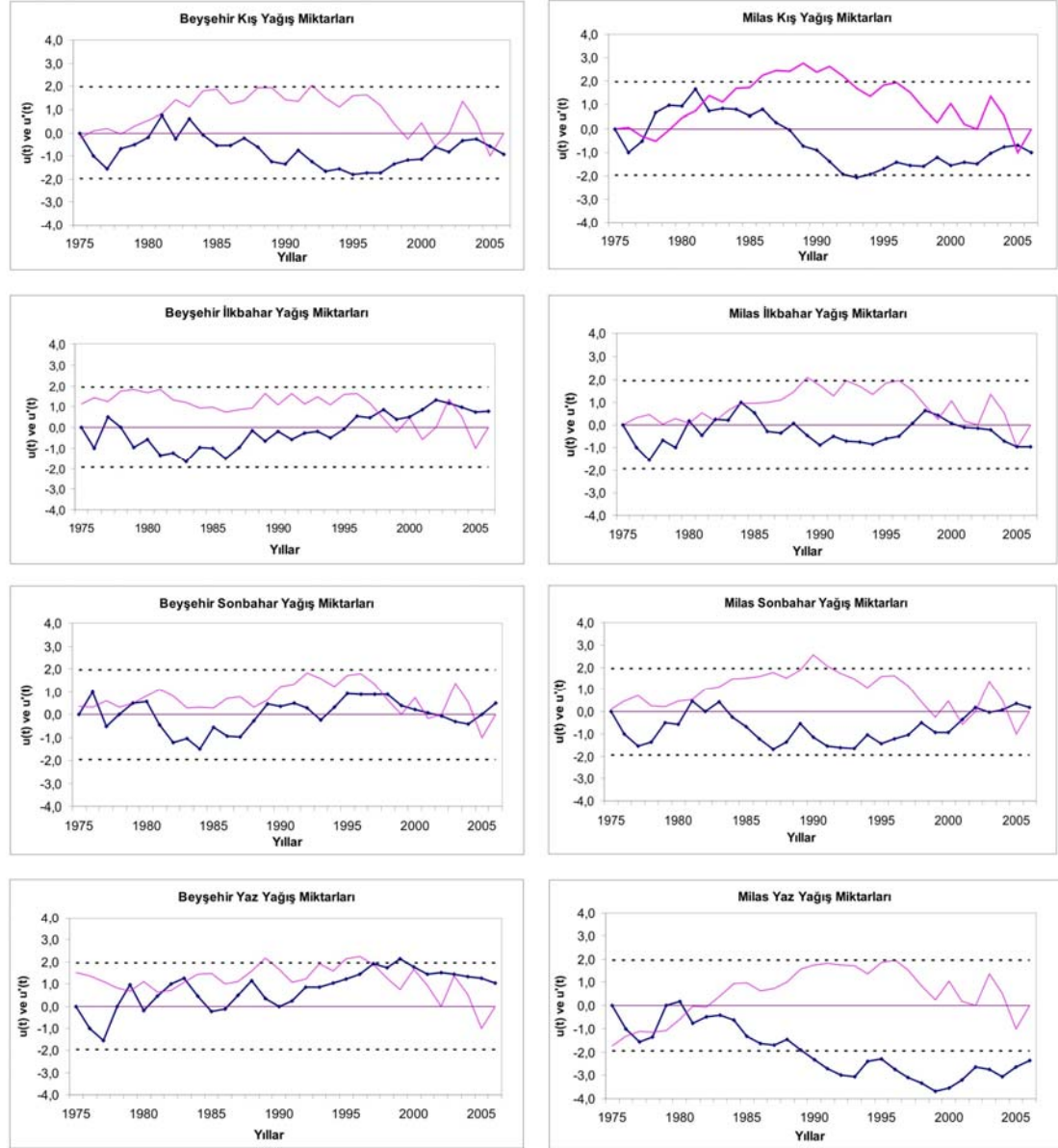
Tablo 7.17 : Mann-Kendall trend sınavasının ardışık analizinin Milas ve Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarının mevsimsel ortalama sıcaklık değerleri için grafiksel gösterimi



Tablo 7.18 : EKKDR eşitliğine göre Milas ve Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarının mevsimsel toplam yağış değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (---) ve 5 noktalı Gauss süzgeci (—)



Tablo 7.19 : Mann-Kendall trend sınavasının ardışık analizinin Milas ve Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarının mevsimsel toplam yağış değerleri için grafiksel gösterimi



Beyşehir ve Milas istasyonlarına uygulanan eğilim analizleri sonucunda mevsimlik aylık ortalama sıcaklık eğilimleri, Milas bölgesinde sadece yaz ve sonbahar mevsimleri için anlamlı eğilimler görülmektedir ama bunun dışındaki veriler istatistik açıdan anlamlı eğilimler göstermemektedir. Aynı zamanda Mann-

Kendall sınaması için $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birden fazla üst üste gelmesi (çakışması) bu rasgeleliğin ve dizide herhangi bir eğilim olmadığını kanıtlar.

Analiz sonuçlarına baktığımızda Beyşehir ve Milas yörelerinde ilkbahar ve kış ortalama sıcaklık değerlerinde bir rasgelelik söz konusu olmakla beraber zayıf bir artış trendinden bahsedebiliriz. Beyşehir yöresi sonbahar sıcaklık değerlerine bakıldığında ise uzun süreli bir rasgele dalgalanma görülmekle beraber Milas sonbahar sıcaklıklarında anlamlı bir pozitif yönde artış söz konusudur. Yine Beyşehir yaz mevsimi sıcaklık değerleri anlamlı olmamakla beraber pozitif bir artıştan söz edebiliriz. Bununla birlikte Milas ortalama sıcaklık değerleri istatistiksel açıdan anlamlı ve de sistematik bir artış söz konusudur.

Yıllık ortalama toplam yağış verilerine baktığımız zaman, en küçük kareler doğrusal regresyonunda Beyşehir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlılıktan bahsedemeyiz. Değerlere bakıldığında ise bir rasgelelik olduğu görülmektedir. Bununla birlikte $u(t)$ ve $u'(t)$ grafiklerinde sadece Beyşehir kış mevsimindeki yağış değerlerinde anlamlı bir artıştan söz edebiliriz.

Milas bölgesinde ise yaz mevsiminde yağış verilerinde istatistiksel açıdan anlamlılık söz konusudur ve burada anlamlı bir azalış trendinden bahsedebiliriz. Fakat kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde görülen rasgelelik ve $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin üst üste birkaç kez çakışması bize bu verilerin anlamlılık teşkil etmediğini gösterir (Türkeş, 2003).

Beyşehir ortalama kış sıcaklıkları zaman dizisinde 1975 den 1979 a kadar 6°C'lik bir artışın ardından 1992 yılına kadar bir düşüş dönemi görülür. 1996 ya kadar tekrar bir yükselmenin ardından rasgelelik egemen olmuştur. Dizide rasgeleliğin yanı sıra belirgin bir dönemsellik görülür. 1979'dan sonra gerçekleşen sıcaklık düşüşü anlamlılık düzeyine kadar ulaşmıştır. Benzer eğilim Milas istasyonunda görülmekle birlikte rasgeleliğin hakim olduğu düşük dalgalı bir dönemsellik görülür. Her iki istasyon içinde kış sıcaklıklarında 1993 yılı minimum değerlerin görüldüğü yıldır. Kış sıcaklıklarının Mann-Kendall grafiklerinde eğrilerin

bir çok kez üst üste gelmesi dizilerde önemli bir eğilim bulunmadığını göstermektedir. Ancak 1992 yılından itibaren yaşanan artış eğilimleri Milas istasyonunda daha belirgindir ve bu durum Milas istasyonunda kış sıcaklık eğilimlerinin anlamlılık sınırına yakın pozitif eğilim göstermesine neden olmuştur.

İlkbahar sıcaklıklarında ise, maksimum ve minimumların birbirin takip ettiği belirgin bir rasgelelik egemendir. Beyşehir istasyonunda 1997 yılına kadar belirgin olmayan ancak anlamlılık düzeyine kadar ulaşan bir düşüş eğiliminin ardından sıcaklıklarda bir yükselme görülür. Bu durum dizide belirgin bir eğilimin oluşmasını engeller. Milas istasyonunda 1980'den itibaren görülen artış dizide pozitif yönde belirgin bir eğilimin oluşmasını sağlar.

Yaz sıcaklıklarında artış eğilimleri egemendir. Beyşehir istasyonunda 1992 yılına kadar düşük frekanslı bir dönemsellik ve rasgeleliğin egemen olduğu bir dönem görülür. 1992 yılından itibaren belirgin bir artış eğilimi görülür. Milas istasyonunda ise, dizinin tamamında artış eğilimlerinin görülmesi dizide istatistiksel açıdan anlamlı bir eğilimin oluşmasını sağlamıştır.

Sonbahar sıcaklıklarında ise, Beyşehir istasyonu açısından belirgin iki dönem görülür. 1998 yılına kadar yaşanan azalış döneminin ardından dizide 2003 yılına kadar artış eğilimi egemendir. Ancak son iki yıldaki ani düşüş dizide belirgin olmayan azalış eğiliminin görülmesine neden olmuştur. Milas istasyonunda ise, yaz sıcaklıklarında olduğu gibi dizinin tamamında artış eğilimi görülür ve bu durum Milas sonbahar sıcaklıklarının istatistiksel açıdan anlamlı bir eğilim göstermesine neden olmuştur.

Kış yağışlarında belirgin azalma eğilimleri egemendir. Beyşehir istasyonunda 1983 yılında görülen maksimum değer bir afet belirtisi olabilir. Dizilerde belirgin olarak iki dönem görülür. 1992 yılına kadar belirgin bir düşüşün ardından 1992 den sonra belirgin olmayan bir artış eğilimi görülür. Ancak son dört yılda yine belirgin bir düşüş görülür. Bu durum dizilerin azalma eğilimleri göstermelerinde önemli bir etkiye sahiptir.

İlkbahar yağışlarında rasgeleliğin egemen olduğu bir düşüş görülür. Milas istasyonunda 1998 yılına kadar artış eğilimi görülürken 1998 yılından sonra belirgin bir azalma eğimli içerisine girmiştir. Beyşehir istasyonunda ise 1981 yılında itibaren görülen artış eğilimi 2001 yılına kadar devam etmiş ancak 2001 yılından itibaren düşüş eğimli içerisine girmiştir. Son yıllarda ki bu düşüş eğilimleri dizilerinde azalan yönde bir eğilim içerisinde yer almasına neden olmuştur.

Yaz yağışları yerel koşullar altında olduğu için yüksek rasgelelik göstermektedir. Milas istasyonunda arda arda yaşanan yağışsız yıllardan dolayı kurak dönemlerin daha egemen olduğu görülür. Bu da dizide azalma eğilimin oluşmasında önemli bir etki yapmıştır. Ancak Beyşehir istasyonunun 2000 yılına kadar göstermiş olduğu artış eğilimi ve dizinin sahip olduğu yüksek rasgelelik son 7 yılda yaşanan düşüşün önemini azaltarak dizide genel bir artış eğiliminin oluşmasını sağlamıştır. Sonbahar yağışlarında yüksek rasgeleliğin egemen olması dizilerde önemli eğilimlerin oluşmasını engellemiştir.

Sıcaklık dizilerinde (Beyşehir sonbahar hariç) genel olarak artış eğilimi egemendir. Bu eğilimlerden Milas istasyonu sıcaklık eğilimleri daha belirgindir ve bu artışlardan Milas yaz sıcaklığı ve sonbahar sıcaklığı istatistiksel açıdan anlamlılık gösterir. Artış eğilimlerinin ilkbahar ve yaz dönemlerinde daha belirgin olması ve bu dönemleri de özellikle son yıllarda yağışlarda görülen düşüş eğilimleri ile beraber kuraklık koşullarını daha belirgin hale getirmektedir.

Yağışlarda Beyşehir sonbahar ve Beyşehir yaz dizleri dışında azalma eğilimleri egemendir. Bu azalma eğilimlerinde Milas yaz eğilimi istatistiksel açıdan anlamlı bir eğilim göstermektedir.

8. SONUÇLAR

Mağaralar, oluşum zamanlarından günümüze kadarki iklimsel kayıtların tutulduğu doğal bir nevi kayıt cihazı gibidir. Oluştukları devirlerdeki iklim değişikliklerini kaydededen ve günümüze kadar bu veriyi koruyabilen ender ortamlardandır.

Türkiye'nin iklim koşullarını ve bunlara ait dinamiklerini belirleyen unsurların başında, Yunanistan'dan, Türkiye'ye, İran'dan Afganistan'a kadar etkili olan Kuzey Atlantik ve Muson kökenli basınç ve dolaşım sistemleri gelir. Bu iklim kuşağının içinde bulunan güneybatı Anadolu bölgesi, sahip olduğu karstik kuşaklar ve buralardaki mağara sistemleriyle geçmişten bu güne kadarki iklim kayıtlarını en az hasarla saklayabilecek niteliktedir.

Geçmişe ait klimatolojik verilerin en iyi korunabileceği, 4 adet mağara önce envanter ve daha sonra arazi çalışmaları sonucunda, Sırtlanini, Gökçeler, İnönü ve Dede Tarlası mağaraları olarak belirlenmiştir. Bu mağaralar buldukları birimler, sahip oldukları derinlik ve tavan (örtü kaya kalınlığı) kalınlıkları bakımından en elverişli mağaralar olduğu anlaşılmıştır.

Sırtlanini mağarası, tabanında geçirimsiz, Üst Paleozoyik yaşlı geçirimsiz şist üzerine Jura-Kretase yaşlı mermerlerde meydana gelmiş aktif özellikte bir mağaradır. Bol kırık ve çatlaklı ve erime boşluklu bir yapıya sahip mermer içinde gelişmiş, damlataş oluşumu ve süzülmenin devam ettiği bir mağaradır.

Gökçeler mağarası, Alt Triyas yaşlı geçirimsiz şistler üzerine gelen yine bol kırık ve çatlaklı bir yapıya sahip Kretase yaşlı kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Bulunduğu bölgedeki ortam koşulları bakımından en iyi şekilde korunmuş, damlama ve çökelişin devam ettiği bir mağaradır.

İnönü mağarası, tabanda Triyas yaşlı kumtaşları, marn ve şeyl birimleri üzerine gelen Jura yaşlı yer yer dolomitik, kireçtaşlarında meydana gelen aktif yapıda bir mağaradır. Süzülme ve çökeliş devam etmekle beraber, geçirimsiz kumtaşları ile kireçtaşı kantağında bulunduğu için tabanında küçük ölçekli damlasuyu havuzları

bulunmaktadır. Bu havuzlardaki su miktarı mevsimsel olarak, yağış ve sıcaklık miktarına bağlı olarak değişmektedir.

Dede Tarlası mağarası, Alt Triyas yaşlı geçirimsiz marn, marn-kalker birimleri üzerine gelen Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarında meydana gelmiştir. Süzülme ve çökelme devam etmektedir. Ayrıca kış aylarında ve yağışın yoğun olduğu dönemlerde içinde bulunduğu Mediova'nın yüzey sularını drene ettiğinden düden özellikli bir mağaradır.

Çalışma alanı içerisindeki bu 4 mağaranın ortak özellikleri, buldukları bölge koşulları, iklim özellikleri bakımından hassas konumda olmaları ve buldukları bölgeyi temsil edebilecek nitelikte olmalarıdır. Ayrıca buldukları karstik sistemler bir birleriyle benzer özellik göstermekte ve hala damlama işlemi devam etmekte yani aktif konumlu olmalarıdır. Yine bu mağaralar aynı şekilde tabanda birer geçirimsiz birim ve üstte geçirimli birim özelliği gösteren karstik kireçtaşlarında gelişmişlerdir.

Bu mağaralardan alınan mevsimsel (Şubat, Mayıs, Ağustos, Ekim ayları) su numuneleri ve speleotem (dikit, sarkıt) örneklerinin kimyasal ve izotopik analizleri sonucunda, bu mağaraların oluşumunu etkileyen faktörlerin en başında meteorik yağmur suları geldiği ve bu yağmur sularının izotop içeriklerinin mevsime, sıcaklıklara ve yağış miktarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. İzotop analizleri neticesinde mağaradaki damla sularının tamamın kıtasal meteorik su çizgisi üzerinde ve yakınında olduğu ($\delta D=8 \times \delta^{18}O + 10$) saptanmıştır bu bize mağaraların tamamıyla meteorik sulardan meydana geldiğini gösterir. Çalışma kapsamında Gökçeler, Sırtlanini, İnönü, Dede Tarlası mağaralarındaki oksijen-18 yükseklik ilişkisi incelenmiştir. İnceleme neticesinde yükseklik arttıkça oksijen-18 değerlerinde azalma (ters orantı) gözlenmiştir. Azalan $\delta^{18}O$ 'nin değerleri, yüksek kotlardan beslenmeyi ifade etmektedir.

Ayrıca yapılan kimyasal analizde suların Ca-HCO₃'lü su tipini yansıttığı ve Ca-Mg-HCO₃ iyonlarınca zengin olduğu saptanmıştır. Major anyon ve katyonlar arasında yapılan değerlendirmede ise alınan örneklerdeki sularda Ca⁺⁺ iyonunun hakim iyon olduğu görülmüştür. Bu verilerde bize mağaraların beslendiği sistemlerin kireçtaşları

ve dolomitli seviyelerden meydana geldiğini gösterir. Ayrıca bu suların kation dizilimi $Ca > Mg > K > Na$ anyon dizilimi ise $HCO_3 > SO_4 > Cl$ 'dur.

Çalışmanın diğer bir ayağı olan klimatoloji kısmında ise bölgeyi en iyi şekilde temsil edebilecek iki adet istasyon olan Milas ve Beyşehir Devlet Meteoroloji İstasyonları'nın kaydettiği geçmişe ait 32 yıllık meteoroloji verisi, çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılarak, mevsimsel analizler yapılmıştır. Bu veriler ışığında Milas ve Beyşehir İstasyonlarının verilerine dayanılarak geçmiş 32 yıllık döneme ait klimatolojik ve istatistiksel yorumlar yapılmış, iklimsel değişimler hakkında bir somut saptamalarda bulunulmuştur.

Sıcaklık dizilerinde (Beyşehir sonbahar hariç) genel olarak artış eğilimi egemendir. Bu eğilimlerden Milas istasyonu sıcaklık eğilimleri daha belirgindir ve bu artışlardan Milas yaz sıcaklığı ve sonbahar sıcaklığı istatistiksel açıdan anlamlılık gösterir. Artış eğilimlerinin ilkbahar ve yaz dönemlerinde daha belirgin olması ve bu dönemleri de özellikle son yıllarda yağışlarda görülen düşük eğilimleri ile beraber kuraklık koşullarını daha belirgin hale getirmektedir. Yağışlarda Beyşehir sonbahar ve Beyşehir yaz dizileri dışında azalma eğilimleri egemendir. Bu azalma eğilimlerinde Milas yaz eğilimi istatistiksel açıdan anlamlı bir eğilim göstermektedir.

Bu veriler ışığında geçmişten günümüze kadarki sıcaklık değişimlerinde genel anlamda bir artış eğilimi söz konusudur. Bununla birlikte aynı şekilde de geçmişten günümüze yağış verilinde genel olarak bir azalma eğiliminden de bahsedebiliriz. Bu iki unsurun bir araya gelmesi ileride kuraklık ve susuzluk gibi tehlikelerle ülkemizi karşı karşıya getirecektir. Ayrıca mağaralardaki dikitlerden alınan izotop örneklerindeki $\delta^{18}O$ değişimlerinde iklimsel koşulların son yıllarda değişim trendine girdiği göstermektedir. Elde edilen verilerin ışığında Türkiye'deki son iklimsel değişimlerde artan bir sıcaklık ve azalan bir yağış trendi hakimdir. İzotopik kayıtlar, Türkiye'deki sıcaklıkların bir artış trendinde olduğunu ve buna bağlı olarak küresel bir ısınmanın söz konusu olduğunu vurgulamaktadır. Ama 19. yüzyıldan beri artan sanayi faaliyetleri ve diğer insani faktörlerin etkisiyle, son yıllarda başlayan küresel ısınma trendi, 1980'li yıllardan sonra daha da ivme kazanarak devam etmekte ve her geçen yıla göre daha da artmaktadır.

9. KAYNAKLAR

- Akay E., 1981. Beyşehir Yakın Dolayının Temel Jeoloji Özellikleri : *Maden Tetkik Ve Arama Enst. Derg.*, Rap. No. 1007,101 S., Yayımlanmamış.
- Aksoy N. ve Filiz Ş., 2001. Balçova-Narlidere Jeotermal Sahasının Çevresel İzotoplarla İncelenmesi. *1. Çevre Ve Jeoloji Sempozyumu, Yeraltısuları ve Çevre Semp. Bild. Kit.*, 289-295.
- Alagöz C.A., 1944. Türkiye Karst Olayları Hakkında Bir Araştırma, *Türk. Coğ. Kur. Yay. Sayı:1*, Ankara.
- Arpat E. ve Bingöl E., 1969. Ege Bölgesi Graben Sisteminin Gelişimi Üzerine Düşünceler : *Maden Tetkik Ve Arama Enst. Derg.*, 73: 1-9.
- Aygen T., 1984. Türkiye Mağaraları, *T.T.O.K. Yay.*, İstanbul.
- Barka A., Sakıncı M., Görür N., Yılmaz N., Şengör A.M.C. ve Ediger, V., 1994. Is Aegean Extension a Consequence of the Westerly Escape of Turkey?. *EOS Transaction Of The American Geophysical Union*, 75, 116-117.
- Barka A., Teilinger R., Şaroğlu F. ve Şengör A.M.C., 1995. The Isparta Angle: Its Importance in Neotectonics of the Eastern Mediterranean Region. *Proc. Int. Earth. Sci. Congr. On Aegean Region*, 3-17.
- Bayarı S. ve Özbek O., 1995. An Inventory of Karstic Caves in the Taurus Mountain Range (Southern Turkey): *Preliminary Evaluation of Geographic and Hydrological Features, Cave And Karst Science*, Vol:21, No:3, May 1995.
- Bayarı S., Özyurt N. ve Törk K., 2005. Mağara Çökellerinden Geçmiş Ortam Yorumlarının Belirlenmesi, *3. Ulusal Mağara Günleri Sempozyumu Bildirileri Kitabı*, Sf:20, MTA Matbaası, 2005.
- Bingöl E., 1976. Batı Anadolu'nun Jeotektonik Evrimi : *Maden Tetkik Ve Arama Enst. Derg.*, 86: 14-35.

- Blumenthal M., 1947. Seydişehir - Beyşehir Hinterlandındaki Toros Dağlarının Jeolojisi : *Maden Tetkik Arama Enst. Dergisi*, No. 2: 242 S.
- Blumenthal M., 1951. Batı Toroslar'da Alanya Ard Ülkesinde Jeolojik İncelemeler : *Maden Tetkik Ve Arama Enst. Yayın* 8 (5): 194 S.
- Clark I. D. ve Fritz, P., (1997), *Environmental Isotopes in Hydrogeology*, Lewis Publishers, 327 p.
- Craig H., 1961. Isotopic Variations in Meteoric Waters. *Science*, 133, 1702-1703.
- Çetin N. 1990. Sırtlanini Mağarası Etüdü, 1. *Speleoloji Sempozyumu Bildirileri, Boğaziçi Üniversitesi Mağara Araştırma Derneği Yayınları* No:6 Mayıs,1990.
- Dumont J. F. ve Kerey E., 1975. Eğridir Gölü Güneyinin Temel Jeolojik Etüdü : *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 18: 169 – 174.
- Eriñç S., 1960. On the Karst Features in Turkey, *Review* 6, P:1-14, İstanbul.
- Eriñç S., 1971. *Jeomorfoloji* 2, 2. Baskı, “Yer Altı Sularının Morfolojik Tesirleri ve Karst Topoğrafyası”Bahsi. *İ.Ü. Coğ. Enst. Yay.* No:23, S:79-152, İstanbul.
- Eriñç S., 1996. *Jeomorfoloji I*, (Genişletilmiş 4. Baskı), İstanbul.
- Eroskay O. ve Günay G., 1979. Tecto-Genetic Classification and Hydrogeological Properties of The Karst Regions in Turkey, *International Seminar on Karst Hydrogeology*, Antalya-Turkey
- Graciansky P. C., 1968. Teke Yarımadası (Likya) Torosları'nın Üst Üste Gelmiş Ünitelerinin Stratigrafisi ve Dinaro - Toroslar'daki Yeri : *Maden Tetkik ve Arama Enst. Dergisi*, 71: 73-92.
- Güldalı N., Nazik L. ve Soylu C., 1985. İzmir, Manisa ve Aydın Çevresinin Doğal Mağaraları, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı Araştırma Raporları*, Aralık 1985,

- Hem J.D., 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water, *USGS Water Supply Paper 2254*, US Gov. Print. Office, 263 p.
- Hoefs J., 1997. *Stable Isotope Geochemistry*. Springer-Verlag, 201p.
- Jones M. D., Türkeş M., Roberts C. N. ve Leng M. J., 2008. Nar Gölü Geç Holosen İzotop Kaydındaki Değişimler ile Kuzey Atlantik ve Muson İklimleriyle Bağlantıları, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildirileri Kitabı* Sf:418, Çanakkale 2008.
- Karanjac J. ve Günay G., 1979. Development of Karst Water Resources of Turkey with Emphasize on Ground Water – A United Nations – Assisted Project, *International Seminar on Karst Hydrogeology*, Antalya-Turkey
- Ketin İ., 1966. Tektonic Units of Anatolia. *Bull. Min. Res. And Explo. Inst.* 66, S. 23-25.
- Koçyiğit A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim: *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.*, 27(1): 1-16.
- Martin C., 1969. Akseki Kuzeyindeki Bir Kısım Toroslar'ın Stratigrafik ve Tektonik İncelemesi : *Maden Tetkik Ve Arama Enst. Dergisi*, 72,158 -175.
- McNeely R. N., Neimanis V.P. ve Dwyer, L., 1979. Water Quality Sourcebook, a Guide to Water Quality Parameters, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 p.
- Moser H. ve Rauert W., 1980. Isotopenmethoden in Der Hydrologie. Lehrbuch Der Hydrogeologie, *Band 8, Gebrüder Borntraeger*, Berlin, Stuttgart, 400 p.
- MTA 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Isparta – J 12 Paftası, Ankara, 1997.
- MTA 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Denizli – K 12 Paftası, Ankara, 2005.

- Nazik L., Güldalı N. ve Tüfekçi K., 1993. Beyşehir ve Derebucak İlçeleri Konya Doğal Mağaraları, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı Araştırma Raporları*, Rapor No:9633, 1993.
- Nazik L., Derici Ş., Kutlay H., Özel E. ve Mengi H., 1996. İnönü Mağarası (Sarıdris-Eğirdir-İSPARTA) Araştırma Raporu. *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı Araştırma Raporları* Aralık, 1996.
- Nazik L., Törk K. ve Tuncer K., 1996. Gökçeler (Gökçeler-Milas-MUĞLA) Mağarasının Araştırma Raporu, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı Araştırma Raporları*, Nisan, 1996
- Nazik L., 2005. Mağara Nedir, Nasıl Oluşur?, 3. *Ulusal Mağara Günleri Sempozyumu Bildirileri Kitabı*, Sf:14, MTA Matbaası, 2005.
- Nicholson K., 1993. *Geothermal Fluids, Chemistry and Exploration Techniques*. Springer-Verlag, Berlin, 263 p.
- Okay A.I., 2001. Stratigraphic and Metamorphic Inversions in The Central Menderes Massif: A New Structural Model. *Int. J. Earth Sci.*, 89, 709-727.
- Özgül N., 1976. Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri, *Türk. Jeoloji Kurumu Bül.*, 19 (1): 65-67.
- Seyitoğlu G. ve Scott B.C., 1991. Late Cenozoic Crustal Extension and Basin Formation in West Turkey. *Geol. Mag.*, 128, 155-166.
- Stratford T. 1990. *Speleogen, Publication of Swindon Speleological Society*, Swindon, Wilts, England, 1990
- Stratford T., 1992. Toros 89-92 The Çamlık Project, *Publication of Swindon Speleological Society*, Swindon, Wilts,England, 1992
- Şengör A.M.C., 1980. Principles of The Neo-Tectonics of Turkey. *Geol. Soc. of Turkey*, 40: 141-175.

- Şengör A.M.C., 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia. *Geol. Soc. America*, 195: 82-120.
- Şengör A.M.C. ve Yılmaz Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75: 181-241.
- Şengör A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983. Türkiye’de Tetisin Evrimi. Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım. *T.J.K. Yerbilimleri Özel Dizisi*, 89, 709-727.
- Temizer Y., 1973. Aydın İli Karacasu Kazası Bingeç Sahasına İlişkin Rapor, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı Araştırma Raporları*, 1973.
- Törk K., Nazik L., Özel E., Tuncer K., Acar C., Kutlay H., İnan H. ve Savaş F., 2005. Türkiye Mağaraları, 3. *Ulusal Mağara Günleri Sempozyumu Bildirileri Kitabı*, Sf:12, MTA Matbaası.
- Türkeş M., 1995. Türkiye’de Yıllık Ortalama Hava Sıcaklıklarındaki Değişimlerin ve Eğilimlerin İklim Değişikliği Açısından Analizi. *Çevre ve Mühendis* 9: 9-15.
- Türkeş M., 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16: 1057-1076.
- Türkeş M., 1998. Influence of Geopotential Heights, Cyclone Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 18: 649-680.
- Türkeş M., 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation and Aridity Conditions. *Turkish Journal of Engineering And Environmental Sciences*, 23: 363-380.
- Türkeş M., 2003. “Spatial and Temporal Variations in Precipitation and Aridity Index Series of Turkey” in Mediterranean Climate – Variability and Trends, Hans-Jürgen Bolle, (Ed.), *Regional Climate Studies*. Springer Verlag, Heidelberg, 181-213.

- Türkeş M., 2004. İklimsel ve Atmosferik Verilerin Türdeşlik ve Rasgelelik Çözümlemesi. *DMIGM Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Temel İstatistik Kursu Notları*, Ankara, 39 s.
- Türkeş M., ve Sümer U. M. ve Demir İ., 2002. Re-Evaluation of Trends And Changes in Mean, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey For The Period 1929-1999. *International Journal of Climatology*, 22 : 947-977.
- Türkeş M., Sümer U. M. ve Kılıç G., 2002. Persistence and Periodicity on The Precipitation Series of Turkey and Associations with 500 Hpa Geopotential Heights. *Climate Research*, 21: 59-81.
- Türkeş M. ve Erlat E., 2003. Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked to the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2000. *International Journal of Climatology*, 23: 1771-1796.
- Türkeş M. ve Sümer U. M., 2004. Spatial and Temporal Patterns of Trends and Variability in Diurnal Temperature Ranges of Turkey, *Theor. Appl. Climatol.* 77: 195-227.
- Türkeş M. ve Sümer U. M., 2005. Gap Bölgesinde Gözlenen Uzun Süreli İklimsel Değişimlerin ve Eğilimlerin Zaman Dizisi Çözümlenmeleri, *Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 Bildiri Kitabı* S:373-384.
- Türkeş M. ve Erlat E., 2005. Climatological Responses of Winter Precipitation in Turkey to Variability of the North Atlantic Oscillation During The Period 1930-2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81: 45-69.
- Türkeş M. ve Erlat E., 2006. Influences of The North Atlantic Oscillation on Precipitation Variability and Changes in Turkey. *Nuovo Cimento*, 29: 117-135.
- Yılmaz Y., 1990. Comparison of the Young Volcanic Associations of the West and the East Anatolia Under the Compressional Regime: *A Review. J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44: 69-87.

Yılmaz Y., Genç Ş.C., Güner F., Bozcu M., Yılmaz K., Karacık Z., Altunkaynak Ş. ve Elmas A., 2000. When Did the Western Anatolian Grabens Begin to Develop?. In: Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area, Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A., Eds., *Geological Society, London, Special Publications*, 173: 353-384.

Yılmaztürk A., 1986. Göller Bölgesinin Depremselliği. Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

TABLULAR LİSTESİ :

Tablo 5.1 : İnceleme alanındaki mağaraların sıcaklık değerleri (T, °C).	39
Tablo 6.1 : Mağaralar ve yakın çevresinden alınan su numunelerinin..... izotop ($\delta^{18}\text{O}$ ve δD) analiz sonuçları.	64
Tablo 7.1 : Türkiye'nin yağış rejim bölgeleri.....	81
Tablo 7.2 : Beyşehir istasyonunun 1975–2006 dönemi kış mevsiminin..... aylık ortalama sıcaklık gözlemleri için, Mann-Kendall sıra korelasyon..... katsayısının hesaplanması ve ardışık analizi.....	89
Tablo 7.3 : Milas istasyonunun 1975–2006 dönemi kış mevsiminin..... aylık ortalama sıcaklık gözlemleri için, Mann-Kendall sıra korelasyon..... katsayısının hesaplanması ve ardışık analizi.....	90
Tablo 7.4 : Beyşehir istasyonunun 1975–2006 dönemi kış..... mevsiminin aylık ortalama sıcaklık gözlemleri için,..... Spearman sıra ilişki katsayısının hesaplanması.....	91
Tablo 7.5 : Milas istasyonunun 1975–2006 dönemi kış..... mevsiminin aylık ortalama sıcaklık gözlemleri için,..... Spearman sıra ilişki katsayısının hesaplanması.....	92
Tablo 7.6 : Beyşehir istasyonunun kış mevsimi aylık ortalama sıcaklık..... değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon) ve Gauss süzgeci hesaplamaları.....	97
Tablo 7.7 : Milas istasyonunun kış mevsimi aylık ortalama sıcaklık..... değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon) ve Gauss süzgeci hesaplamaları.....	98
Tablo 7.8 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi..... aylık toplam yağış değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon)..... ve Gauss süzgeci hesaplamaları.....	99
Tablo 7.9 : Milas Meteoroloji İstasyonunun kış mevsimi..... aylık toplam yağış değerleri için, en küçük kareler (doğrusal regresyon)..... ve Gauss süzgeci hesaplamaları.....	100
Tablo 7.10 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonu mevsimsel aylık..... ortalama sıcaklık verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı..... için student t sınaması sonuçları.....	102
Tablo 7.11 : Milas Meteoroloji İstasyonu mevsimsel aylık..... ortalama sıcaklık verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı..... için student t sınaması sonuçları.....	102

Tablo 7.12 : Beyşehir Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yıllık toplam yağış..... verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için..... student t sınaması sonuçları.....	103
Tablo 7.13 : Milas Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yıllık toplam yağış..... verileri için EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için..... student t sınaması sonuçları.....	103
Tablo 7.14 : Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonları mevsimsel aylık..... ortalama sıcaklık değerleri için Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı..... sınaması sonuçları.....	104
Tablo 7.15 : Beyşehir ve Milas Meteoroloji İstasyonları mevsimsel aylık..... ortalama sıcaklık değerleri için Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı..... sınaması sonuçları.....	104
Tablo 7.16 : EKKDR eşitliğine göre Milas ve Beyşehir istasyonlarının..... mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (---)..... ve 5 noktalı Gauss süzgeci (—).....	105
Tablo 7.17 : Mann-Kendall trend sınamasının ardışık analizinin Milas..... ve Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarının mevsimsel ortalama sıcaklık değerleri..... için grafiksel gösterimi.....	106
Tablo 7.18 : EKKDR eşitliğine göre Milas ve Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarının..... mevsimsel toplam yağış değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (---)..... ve 5 noktalı Gauss süzgeci (—).....	107
Tablo 7.19 : Mann-Kendall trend sınamasının ardışık analizinin..... Milas ve Beyşehir Meteoroloji İstasyonlarının mevsimsel toplam yağış değerleri..... için grafiksel gösterimi.....	108

ŞEKİLLER LİSTESİ :

Şekil 2.1 : Mağaraların jeomorfolojik yapısı ve oluşumu.....	4
Şekil 2.2 : İnceleme alanını ve örneklem yerlerini gösteren Türkiye Karst Haritası.....	7
Şekil 2.3 a) : Sırtlanini mağarası ve yer bulduru haritası.....	8
Şekil 2.3 b) : Çamarası (Karacasu-AYDIN) köyünün yer bulduru haritası.....	8
Şekil 2.4 : Sırtlanini mağarası ve Çamarası (Karacasu-Aydın) köyünden..... genel bir görünüm (Google Earth görüntüsü).....	9
Şekil 2.5 : Sırtlanini mağarasının giriş ağzından genel bir görünüm.....	9
Şekil 2.6 : Damlatışlarla süslü Sırtlanini mağarasının içinden bir görünüm.....	10
Şekil 2.7 : Sırtlanini Mağarasının genel plan ve kesitleri.....	11
Şekil 2.8 a) : Gökçeler mağarası ve yer bulduru haritası.....	12
Şekil 2.8 b) Gökçeler (Milas-MUĞLA) köyünün yer bulduru haritası.....	12
Şekil 2.9 : Gökçeler mağarası (Milas-Muğla) ve uyku vadisinden genel bir görünümü.....	12
Şekil 2.10 : Gökçeler mağarasının genel plan ve kesitleri.....	13
Şekil 2.11 : Mağaranın ana galerisinde yarasa dışkılarından (guano) oluşmuş bir tepcik....	14
Şekil 2.12 a) : İnönü mağarası ve yer bulduru haritası.....	14
Şekil 2.12 b) : Sarıidris (Eğirdir-İSPARTA) kasabasının yer bulduru haritası.....	14
Şekil 2.13 : İnönü mağarası ve Sarıidris (Eğirdir-Isparta) kasabasından..... genel bir görünüm.....	15
Şekil 2.14 : İnönü mağarasının genel planı.....	16
Şekil 2.15 a) : Dede Tarlası mağarası ve yer bulduru haritaları.....	17
Şekil 2.15 b) : Çamlık (Beyşehir-KONYA) kasabasının yer bulduru haritaları.....	17
Şekil 2.16 : Dede Tarlası mağarası ve Çamlık (Beyşehir-KONYA)..... kasabasından genel bir görünüm.....	18
Şekil 2.17 : Dede Tarlası mağarasının genel plan ve kesitleri.	19
Şekil 3.1 : Batı Anadolu'nun yapısal özellikleri.	20

Şekil 3.2 : Batı Anadolu'nun tektonik birlikleri ve mağaraların bulunduğu alanlar.....	21
Şekil 4.1. İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası.	23
Şekil 4.2 : Sırtlanini mağarasının içerisinde geliştiği kireçtaşlarından bir görünüm.....	24
Şekil 4.3: Sırtlanini Mağarası ve çevresinin basitleştirilmiş enine jeolojik kesiti.....	25
Şekil 4.4 : Gökçeler mağarası ve çevresinin genel jeoloji haritası.....	26
Şekil 4.5 : Gökçeler mağarası ve çevresindeki birimlerden genel bir görünüm.....	27
Şekil 4.6 : Gökçeler Mağarası ve çevresinin enine jeolojik kesiti.	28
Şekil 4.7 : Gökçeler mağarasının “Yarasalar Salonu”ndan bir görünüm.	30
Şekil 4.8 : İnönü mağarası ve yakın çevresinin genel jeoloji haritası.	31
Şekil 4.9 : İnönü mağarası ve çevresinde gözlenen jeolojik birimler.	32
Şekil 4.10 : İnönü Mağarası ve çevresinin enine jeolojik kesiti.	32
Şekil 4.11 : İnönü Mağarasının dikey inişli giriş ağzı.	33
Şekil 4.12 : İnönü mağarası tavanından düşen blok boyutlu kayalar.....	34
Şekil 4.13 : Dede Tarlası Mağarasının genel jeoloji haritası.....	35
Şekil 4.14: Dede Tarlası mağarası ve çevresindeki birimlerden genel bir görünüm.....	36
Şekil 4.15 : Dede Tarlası mağarası ve çevresinin enine jeolojik kesiti (ölçeksiz).....	36
Şekil 5.1 : İnceleme alanındaki mağaralardaki sıcaklık değişim grafiği (T, °C).....	40
Şekil 5.2 : Sırtlanini mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.....	40
Şekil 5.3 : İnönü mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.....	40
Şekil 5.4 : Gökçeler mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.....	41
Şekil 5.5 : Dede Tarlası mağarası ve civarındaki suların fiziksel parametreleri.....	41
Şekil 5.6 : İnceleme alanındaki mağaralardaki suların elektriksel..... iletkenlik (EC) değerlerinin değişim grafiği.	42
Şekil 5.7 : İnceleme alanındaki mağaralardan alınan suların..... hidrojen iyon aktivitesi (pH) değerlerinin değişim grafiği.....	43
Şekil 6.1 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında kış – 2007..... döneminde elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.....	46

Şekil 6.2 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında ilkbahar - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.....	46
Şekil 6.3 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında yaz - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.....	47
Şekil 6.4 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında sonbahar - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterimi.....	47
Şekil 6.5 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında kış - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.....	48
Şekil 6.6 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında ilkbahar - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.....	48
Şekil 6.7 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında yaz - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.....	49
Şekil 6.8 Çalışma sahasındaki su kaynaklarında sonbahar - 2007 döneminde..... elde edilen analiz sonuçlarının yarı logaritmik Schoeller diyagramında gösterimi.....	49
Şekil 6.9 a) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda yüzde..... major-anyon katyon değerlerini gösteren Pie diyagramları.....	50
Şekil 6.9 b) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan yüzde..... major-anyon katyon değerleri ni gösteren Pie diyagramları.	51
Şekil 6.10 a) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Arsenik (As) değerleri.	52
Şekil 6.10 b) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Alüminyum (Al) değerleri.....	53
Şekil 6.10 c) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Brom (Br) değerleri.	54
Şekil 6.10 d) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Seryum (Ce) değerleri.....	54
Şekil 6.10 e) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Kobalt (Co) değerleri.	55
Şekil 6.10 f) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Bakır (Cu) değerleri.	56
Şekil 6.10 g) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Demir (Fe) değerleri.	57

Şekil 6.10 h) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Potasyum (K) değerleri.	57
Şekil 6.10 ı) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Lityum (Li) değerleri.	58
Şekil 6.10 i) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Manganez (Mn) değerleri.	58
Şekil 6.10 j) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Magnezyum (Mg) değerleri.	59
Şekil 6.10 k) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Sodyum (Na) değerleri.	59
Şekil 6.10 l) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Kurşun (Pb) değerleri.	60
Şekil 6.10 m) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Kükürt (S) değerleri.	60
Şekil 6.10 n) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Silisyum (Si) değerleri.	61
Şekil 6.10 o) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Stronsiyum (Sr) değerleri.	61
Şekil 6.10 ö) : Mağaralar ve çevresinden toplanan su numunelerinin..... ICP-AES / ICP-MS analizleri sonucunda saptanan Çinko (Zn) değerleri.	62
Şekil 6.11 : Çalışma alanındaki kaynak suyu, mağara suları ve göl..... sularının δD ve $\delta^{18}O$ ilişkisi (Sırtlanini mağarası, Gökçeler mağarası,..... İnönü mağarası, Dede Tarlası mağarası ve etrafındaki kaynaklarla,..... Eğirdir ve Beyşehir göllerinden alınan su numuneleri,..... (örneklere ait bilgiler tablo 5.1’de gösterilmektedir.).	66
Şekil 6.12 : 2007 yılı ilkbahar döneminde mağaralar ve çevresinden alınan..... su numunelerindeki $\delta^{18}O$ - δD ilişkisi.	67
Şekil 6.13 : 2007 yılı kış döneminde mağaralar ve çevresinden alınan..... su numunelerindeki $\delta^{18}O$ - δD ilişkisi.	68
Şekil 6.14 : 2007 yılı sonbahar döneminde mağaralar ve çevresinden alınan..... su numunelerindeki $\delta^{18}O$ - δD ilişkisi.	68
Şekil 6.15 : 2007 yılı yaz döneminde mağaralar ve çevresinden alınan..... su numunelerindeki $\delta^{18}O$ - δD ilişkisi.	69
Şekil 6.16 : Mağaralardan 2007 kış döneminde alınan su numunelerinin..... oksijen-18 ($\delta^{18}O$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.	70

Şekil 6.17 : Mağaralardan 2007 ilkbahar döneminde alınan su numunelerinin..... oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.	70
Şekil 6.18 : Mağaralardan 2007 yaz döneminde alınan su numunelerinin..... oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.	71
Şekil 6.19 : Mağaralardan 2007 sonbahar döneminde alınan su numunelerinin..... oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) değerlerinin yükseklik farkına göre değişim grafiği.	71
Şekil 6.20 : Gri band laminasyon.....	72
Şekil 6.21 : Yüksek çözünürlüklü filtre.....	72
Şekil 6.22 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu örnekten boyuna kesit.....	73
Şekil 6.23 : Sırtlanini mağarasından alınan HY9 no'lu örnekten boyuna kesit.....	73
Şekil 6.24 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini..... boyunca H1 (12 cm.) uzaklığa bağlı $\delta^{18}\text{O}$ değişim grafiği.....	74
Şekil 6.25 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini..... boyunca H2 (31.5 cm.) uzaklığa bağlı $\delta^{18}\text{O}$ değişim grafiği.....	74
Şekil 6.26 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini..... boyunca H2 (31.5 cm.) uzaklığa bağlı $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değişim grafiği.....	75
Şekil 6.27 : Sırtlanini mağarasından alınan HY8 no'lu dikitin merkez eksenini..... boyunca H1 (12 cm.) uzaklığa bağlı $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değişim grafiği.....	76
Şekil 7.1 : Türkiye'nin yağış rejim bölgeleri ve meteoroloji istasyonları.....	81
Şekil 7.2 a) : Milas yıllık toplam yağış ve ortalama sıcaklık miktarları.....	82
Şekil 7.2 b) : Milas yıllık mevsimsel yağış dağılımı.....	82
Şekil 7.3 a) : Beyşehir yıllık toplam yağış ve ortalama sıcaklık miktarları.....	83
Şekil 7.3 b) : Beyşehir yıllık mevsimsel yağış dağılımı.....	83
Şekil 7.4 : Milas yıllık yağış miktarları ve eklenikten sapma grafiği.....	83
Şekil 7.5 : Beyşehir yıllık yağış miktarları ve eklenikten sapma grafiği.....	84
Şekil 7.6 : Mann-Kendall trend sınamasının ardışık analizinin Beyşehir ve Milas..... İstasyonları kış mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için grafiksel gösterimi.....	93
Şekil 7.7 : Mann-Kendall trend sınamasının ardışık analizinin Beyşehir ve Milas..... İstasyonları kış mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için grafiksel gösterimi.....	94

Şekil 7.8 : EKKDR eşitliğine göre Beyşehir ve Milas istasyonlarının kış mevsimi.....
aylık ortalama sıcaklık değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (····)..... ve
5 noktalı Gauss süzgeci (—).....101

Şekil 7.9 : EKKDR eşitliğine göre Beyşehir ve Milas istasyonlarının kış mevsimi.....
aylık ortalama sıcaklık değerlerine uydurulan regresyon çizgisi (····)..... ve
5 noktalı Gauss süzgeci (—).....101

YAŐAM ÖYKÜŐÜ

Tamer TAŞDELEN 14 Mayıs 1981 tarihinde İstanbul'un Bakırköy ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimine İzmir'de devam etti ve 1998 yılında İzmir Çınarlı Teknik Lisesi Elektronik bölümünden mezun oldu. 2005 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimini bitirdi. 2009 yılında ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2003 senesinde İller Bankası 3. Bölge Müdürlüğü, İçmesuyu Şube Müdürlüğü'nde 3 ay boyunca kurum stajını yaptı. Yüksek lisans öğrenimi sırasında "Mağaralardaki Damlatış Sularının Hidrojeokimya ve Klimatoloji Açısından Değerlendirilmesi" başlıklı ÇOMÜ BAP 2007/27 no'lu Bilimsel Araştırma Projesinde araştırmacı olarak çalıştı. 2005-2006 yıllarında TEMKA Temel Kazık ve Zemin Etüdüleri İnşaat Taah. A.Ş.'nde ve 2007 senesinde JEOTEKNİK Mühendislik Sondajcılık İnşaat Ltd. Şti.'nde Jeoloji Mühendisi olarak çalıştı. Tamer TAŞDELEN İngilizce bilmektedir.