T.C
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÇANKIRI TUZ MAĞARALARININ TIBBİ JEOLOJİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZİYA DEDE

Haziran 2011

T.C
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÇANKIRI TUZ MAĞARALARININ TIBBİ JEOLOJİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ZİYA DEDE

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Mehmet ŞENER

Haziran 2011

Ziya DEDE tarafından **Prof. Dr. Mehmet ŞENER** danışmanlığında hazırlanan "**Çankırı Tuz Mağaralarının Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi**" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği** Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr Mehmet ŞENER/Niğde Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Taner ÜNLÜ/Ankara Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. M. Gürhan YALÇIN/Niğde Üniversitesi

ONAY:

Bu tez. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından …/…./20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun …/…./20.... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Nurettin ACIR

MÜDÜR

ÖZET

ÇANKIRI TUZ MAĞARALARININ TIBBİ JEOLOJİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

DEDE, Ziya

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ŞENER

Haziran 2011, 81 sayfa

Çalışma sahası, Çankırı G31 d3, c4 paftaları içinde yer almaktadır. İnceleme alanı olup Tersiyer ve Kuvaterner döneminde çökelmiş marn, kil, jips ve kaya tuzu (evaporitok zon) çökellerinden oluşmaktadır.

Yöre ekonomisine büyük katkı sağlayan tuz işletmeleri hakkında jeolojik anlamda yeterli çalışmalar yapılmış olsa da yapay tuz mağaralarının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapılmamıştır.

Çankırı il merkezinin doğusunda yer alan, tuz işletmeleri tarafından galerilerde yapılan tuz üretimi sonucunda oluşan yapay tuz mağaralarının insan sağlığı üzerindeki tedavi edici (speleoterapi) özelliklerinin saptanması amacı ile bu tez hazırlanmıştır. Bu kapsamda Çankırı yapay tuz mağarasından 10 adet örnek derlenmiş ve örnekler üzerinde XRD ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda Halit (NaCI), Blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$), Tenardit (Na_2SO_4), Jips ($CaSO_4.2H_2O$), Anhidrit ($CaSO_4$) ve Kalsit ($CaCO_3$) mineralleri belirlenmiştir.

Çalışmada ayrıca tuz mağara içi hava kalitesini belirlemek amacıyla LEL (patlama alt sınırı), CO, O_2, sıcaklık, nem ve hız (hava akım sürati) oranları periyodik olarak ölçüm ve saptanan değerlerin insan sağlığı açısından tehlike arzetmediği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Evoporit, jeolojik çevre, jeolojik tedavi, jeoturizim, jips, kayatuzu, speleoterapi, tıbbi jeoloji, tuz mağarası, Çankırı

SUMMARY

MEDİCAL GEOLOGİCAL DETERMİNATİONS OF ÇANKIRI SALT CAVES

DEDE, Ziya

Niğde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisior: Professor Dr. Mehmet ŞENER

June 2011, 81 pages

Study area is at the Çankırı G31 d3, c4 map and it consists of marn, clay, gypsum. Which are Tetiary and Quaternary ayed. Although adequate studies were made in geological area about Salt establishments which give big contribution to district, there was no geological study about medical geological features of Salt caves.

The purpose of this study is determined of speleoteraphyic features of salt caves which located at the eastof Çankırı city center ort his aim ten samples were from salt caves and XRD and chemical analysises were made on these samples. As a result of these analsises; Halide (NaCI), Bloedite ($Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$), Thenardite (Na_2SO_4), Gypsum ($CaSO_4.2H_2O$), Anhydrite ($CaSO_4$) and Calcite ($CaCO_3$) minerals were detemined. Besides LEL (lower explosive limit), CO, O2, temperature, damp and speed (air flow speed) rates were measured periodically and it was understood that detected results aren't harmful for human health.

Keywords: Evoporite, geological environment, geological treatment, geotourism, gypsum, rocksalt, speleoterapi, medical geology, salt cave, Çankırı

TEŞEKKÜR

Çalışmanın başlamasından bitimine kadar, gerek konunun seçimi gerekse de tezin oluşturulmasında deneysel verilerin yorumlanmasında aydınlatıcı yorumları ve katkıları nedeniyle Danışman Hocam Prof. Dr. Mehmet ŞENER'e,

Çalışmalarımda bana Çankırı tuz mağarası içerisinde rahat bir şekilde çalışma ortamını sağlayan Çankırı tuz mağarası işleticisi Mustafa YAVUZ beye,

Yoğun çalışmaları arasında vaktini ayırıp yapılan ölçümlerde yardımını esirgemeyen maden mühendisi Murat DANACI'ya,

Maddi desteğinden dolayı Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FEB 2010/28) Birimleri'ne,

Bugüne kadar bana inanan, maddi manevi yönden desteklerini eksik etmeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
SUMMARY iv
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ xii
BÖLÜM I GİRİŞ 1
1.1 Amaç 1
1.2 İnceleme Alanı 1
1.3 Tıbbi Jeoloji 3
1.3.1 Speleoterapi 4
1.4 Mağaraların Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi 6
1.4.1 Tuz mağaralarının speleoterapi açısından değerlendirilmesi 6
BÖLÜM II BÖLGENİN JEOLOJİSİ 8
2.1 Stratigrafi 9
2.1.1 Karadağ formasyonu 10
2.1.2 Ahlat ofiyolitli melanjı 11
2.1.3 Kavak formasyonu 11
2.1.4 Yapraklı formasyonu 11
2.1.5 Granodiyorit 12
2.1.6 Osmankahya formasyonu 12
2.1.7 İncik formasyonu 12
2.1.7.1 Evaporitik zon 12
2.1.7.2 Kayatuzu zonu 14
2.1.8 Bayındır formasyonu 15
2.1.9 Mamak formasyonu 15
2.1.10 Hançili formasyonu 16
2.1.11 Tekke formasyonu 16
2.1.12 Kızılırmak formasyonu 16
2.1.13 Bozkır formasyonu 17

2.1.14 Değim formasyonu 17
2.1.15 Seki çakılları 17
2.1.16 Alüvyon 17
2.2 Yapısal Jeoloji 17
2.3 Tuz Oluşumu ve Jeolojik Evrim 19
BÖLÜM III MATERYAL METOT 21
3.1 Büro Çalışmaları 21
3.2 Arazi Çalışmaları 21
3.3 Laboratuvar Çalışmaları 22
3.3.1 XRD analiz standardı 22
3.3.2 XRF analizleri standardı 23
BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA 24
4.1 Tüm Kayaç Mineral Çözümleme Sonuçları (XRD) 24
4.2 Jeokimyasal Analiz Sonuçları (XRF) 31
4.3 Tuz Mağarası Galerilerinde Yapılan Ölçümler 33
4.3.1 LEL (patlama veya parlayıcı gaz alt sınırı) (ppm) ölçümleri 34
4.3.2 CO (ppm) ölçümleri 38
4.3.3 O_2 (%) ölçümleri 43
4.3.4 Sıcaklık (^{0}C) ölçümleri 47
4.3.5 Nem (%rel) ölçümleri 52
4.3.6 Hız (hava akım sürati) (m/sn) ölçümleri 58
BÖLÜM V SONUÇLAR VE ÖNERİLER 63
KAYNAKLAR 65
EKLER 67
ÖZGEÇMİŞ 81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Tüm kayaç mineral analizleri (XRD) sonucunda bulunan mineral birliktelikleri. 25

Çizelge 4.2 İncelenen örnekler ait major elemen analizi. 31

Çizelge 4.3 İncelenen örnekler ait ana element oksit değerleri. 31

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çankırı il sınırları içerisinde bulunan tuz mağarasına ait yerbulduru haritası. 2

Şekil 1.2 Tibbi jeoloji araştırma konuları 4

Şekil 2.1 Tuz mağarasının bulunduğu havzaya ait detaylandırılmış jeoloji haritası. 8

Şekil 2.2 Çalışma alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik istif. 9

Şekil 2.3 A-A' galeri kesiti. 10

Şekil 2.4 İncik formasyonu içinde yer alan evaporitik zona ait stratigrafik istif. 13

Şekil 3.1 Galeri haritası. 23

Şekil 4.1 Kimyasal analiz (XRF) ve XRD örneklerinin alındığı lokasyonlar. 24

Şekil 4.2 B10 örneğine ait X-ışınları grafiği. 26

Şekil 4.3 C18 örneğine ait X-ışınları grafiği. 27

Şekil 4.4 E13 örneğine ait X-ışınları grafiği. 28

Şekil 4.5 F10 örneğine ait X-ışınları grafiği. 29

Şekil 4.6 L18 örneğine ait X-ışınları grafiği. 30

Şekil 4.7 Çankırı tuz mağarası galerilerinde tez kapsamında ölçüm yapılan lokasyonlar....33

Şekil 4.8 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik. 34

Şekil 4.9 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik. 35

Şekil 4.10 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik....36

Şekil 4.11 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik.....37

Şekil 4.12 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik. 38

Şekil 4.13 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik. 39

Şekil 4.14 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik.....41

Şekil 4.15 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik.....42

Şekil 4.16 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik.....43

Şekil 4.17 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik.....44

Şekil 4.18 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik.....45

Şekil 4.19 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik.....46

Şeki 4.20 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik. 47

Şekil 4.21 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik. 48

Şekil 4.22 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik. 50

Şekil 4.23 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik. 51

Şekil 4.24 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik 52

Şekil 4.25 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik 53

Şekil 4.26 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik.....55

Şekil 4.27 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik.....56

Şekil 4.28 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik 58

Şekil 4.29 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik 59

Şekil 4.30 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik 60

Şekil 4.31 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik 61

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 2.1 Tuz mağarasının içinde bulunan galerilerdeki tuz tabakaları ve tektonizma sonucu meydana gelen kırıklar 14

Fotoğraf 2.2 Tuz mağarası içinde bulunan galerilerdeki tuz tabakalarının kıvrımlanması sonucu masif tuz mercek oluşumu 15

Fotoğraf 3.1 Mağara içi portatif gaz ölçer (a). Portatif hava istasyonu (b) 22

Fotoğraf 4.1 Tüm mineral analizi (XRD) örneklerinin alındığı lokasyonlara ait resimler 25

Fotoğraf 4.2 Jeokimyasal Analiz (XRF) örneklerinin alındığı lokasyonlara ait resimler. 32

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 Amaç

Hastalıkların insanlarda görülme sıklığı (epidemiyoloji) araştırmalarına göre dünya nüfusunun % 4-10'u solunum hastalıklarına yakalanmaktadır. Bu hastalıkların başında astım ve bronşit hastalıkları gelmektedir. Çocuklar arasında bu hastalıklar %10-15'e yükselmektedir. Solunum yollarında gözlenen hastalığın gelişmesi, sigara dumanına, alerjenlere, yükselmiş hava durumunun değişmesine, enfeksiyon uyandırıcılara ve artan strese bağlıdır. Astım tedavisi olmayan bir hastalıktır, ancak astım hastalığına karşı yapılan profilaksi (hastalıkların oluşumu veya ilerlemesini önlemek amacıyla yapılan tıbbi girişimler) ve ilaç tedavisi hastalara normal bir yaşam tarzı yaşatmayı hedefler. Bronşial astım hastalığında uygulanan ilaç tedavisine ek olarak speleoterapi ve/veya mağara tedavisi bir destek tedavisidir ve eski çağlardan beri kullanılmaktadır [1].

Mağaralar içinde barındırdıkları temiz ve nemli hava ile insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Özellikle tuz (NaCI) mağaralarında bulunan aerosoller solunumu olumlu etkilemektedir [2]. Tuz mağarası ortamında galitlerin (tuz karışımı); bronşial astım, alerjik rinit ve kronik yorgunluk gibi hastalıkların tedavisinde olumlu etkiler gösterdiği yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar neticesinde ispatlanmıştır [3].

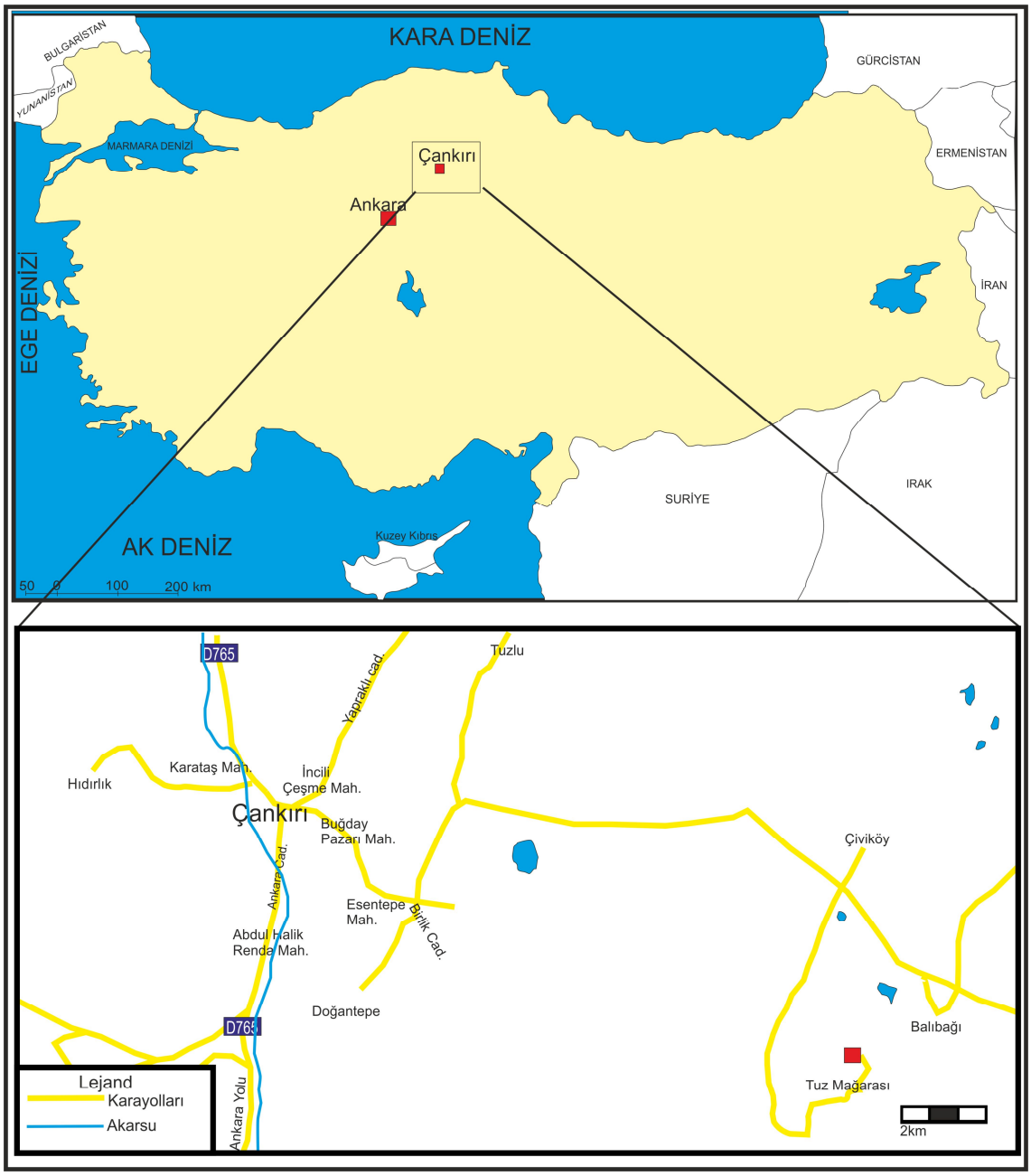
Bu nedenlerle Türkiye'deki birkaç tuz mağarasından birisi olan Çankırı yapay tuz mağarasının tıbbi jeoloji (mağara tedavisi ve/veya speleoterapi) olarak ilk kez incelendiği bu çalışmada, Çankırı tuz mağarası ve yörenin jeolojisi, minerolojisi ve mağara içi atmosferik koşullarının belirlenerek tıbbi jeoloji özelliklerinin ortaya konulması ve jeoturizm-sağlık turizmi potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2 İnceleme Alanı

Çalışma alanı, Çankırı il merkezinin doğusun da yer almakta olup 1/25000 ölçekli G31 d3 ve c4 paftaları içinde bulunan Tekel kaya tuzu işletmesini kapsamaktadır. Tuz mağarasının bulunduğu alan genellikle engebesizdir. Kapalı ve açık olmak üzere iki tür işletme bulunmaktadır. Kapalı işletmenin yapıldığı saha 8 km uzunluğunda ve 800 dönümlük alanı kapsamaktadır. Kapalı işletmenin bulunduğu alan oldukça düz, yükselti

ise yok denecek kadar azdır. Açık işletmenin bulunduğu alan kapalı işletmeye göre engebeli ve etrafında kuru derelerin bulunduğu bir tepedir.

808 milyon ton tuz rezervi bulunan çalışma alanında ulaşım koşulları oldukça iyi olup tuz mağarasına ulaşım köy yolları ile sağlanmaktadır. Bu yollar her mevsim ulaşıma açıktır. Çalışma sahasının (Şekil 1.1) bulunduğu iklim karasal iklim olup yazları sıcak ve kurak kışları ise çok soğuktur. Bölgede bitki örtüsü yok denecek kadar azdır.



Şekil 1.1 Çankırı il sınırları içerisinde bulunan tuz mağarasına ait yerbulduru haritası

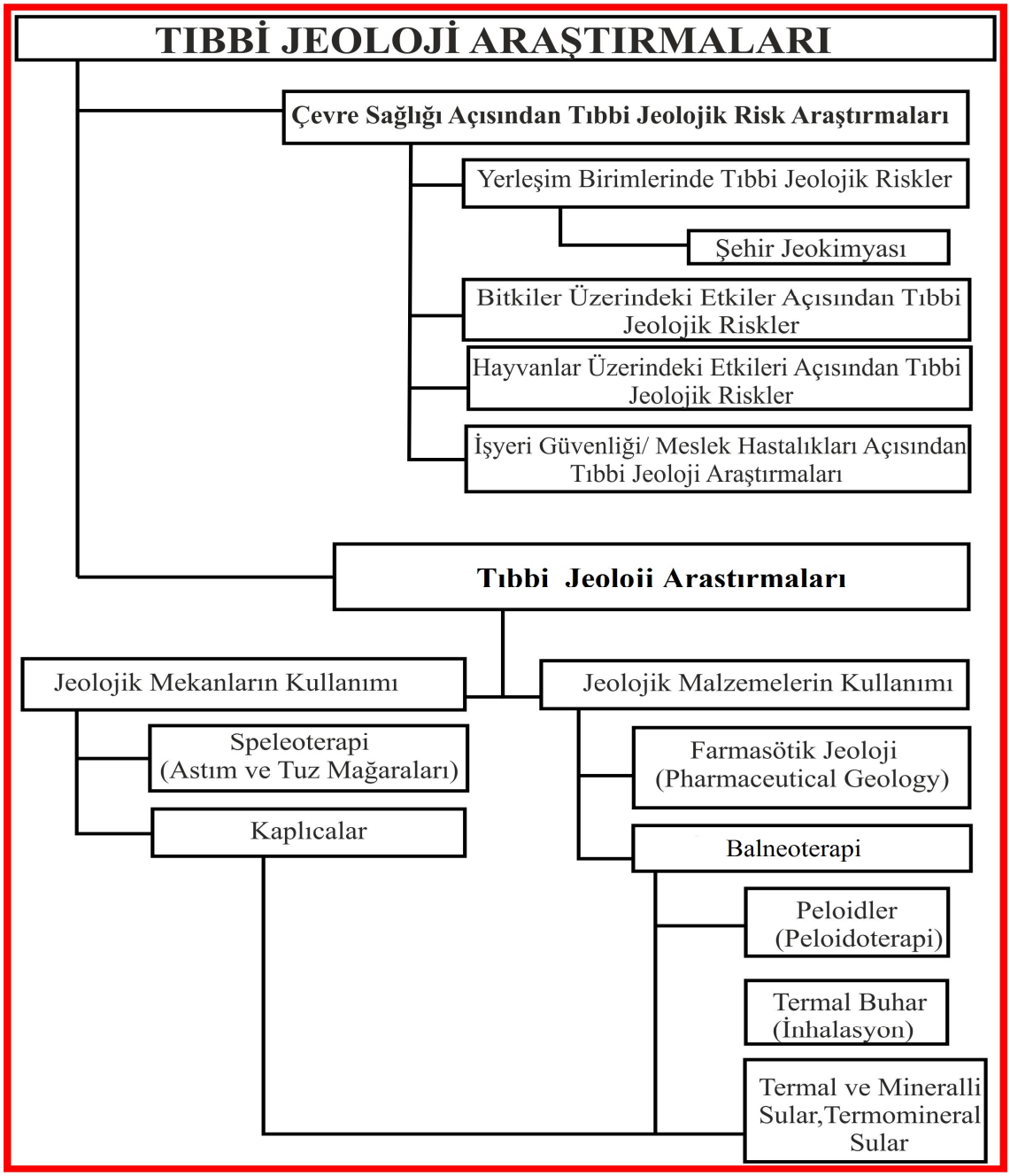
1.3 Tıbbi Jeoloji

İnsanoğlunun dünyaya gelişinden bu yana temel gereksinimleri için başvurduğu kaynaklar jeolojik çevresi olmuştur. Jeolojik çevrenin sadece hammadde kaynağı olmadığını sağlık ve tedavi potansiyelinin de bulunduğunu fark etmiştir [4].

Jeolojik çevre ile sağlık arasındaki ilişki ve bazı sağlık sorunlarının jeolojik çevreden kaynaklandığının belirlenmesi; insanoğlunun jeolojik çevresi ile olan ilişkisi üzerinde durulmasını gündeme getirmiştir. Çevre ve sağlık arasındaki ilişkilere dair ilk kayıtlı bilgiler Miladdan önce 3. yüzyıla ait Çin tıp metinlerinde yer almaktadır. Metinde yer alan bazı elementlerin (Pb, Zn, Cu, Au, Fe, Sb) insan sağlığı açısından zehirleyici etkiye neden olduğu yer almaktadır [4]. Mısırlı doktorlar hastalıkların tedavisinde Nil nehrinden alınan çamurlardan yararlanmışlar. Sümerli doktorların ise ilaç yaparken en çok kullandıkları malzemeler arasında tuz, kalsiyum ve potasyum nitrat bulunmaktadır [5].

İnsan topluluklarının yaşam kalitesi ile ilgili birçok konu jeoloji ve jeolojik çevreyle ilgilidir. Çoğu zaman jeolojik çevre insana avantajlar sağlarken kimi zamanda dezavantajlar sağlamaktadır [4].

İnsan sağlığı ve jeolojik çevre arasındaki etkileşim tıbbi jeoloji (medical geology) adıyla anılan bir bilim dalını gündeme taşımıştır. Tıbbi jeoloji; çevrenin insan sağlığı, hayvan ve bitkiler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkisinin ve bu etkinin coğrafi dağılımını inceleyen multidisipliner bir bilim dalıdır [6]. Tibbi jeolojinin çalışma başlıkları şekil 1.2'de sunulmuştur.



Şekil 1.2 Tibbi jeoloji araştırma konuları [4]

Sağlık ve yaşam bilimleri ile jeoloji arasında bağı konu edinen tıbbi jeoloji, jeolojik çevreden kaynaklanan sağlık risklerini azaltmak, jeolojik malzeme ve mekânların tedavi amaçla kullanılmasını inceler.

1.3.1 Speleoterapi

Jeolojik süreçlerle oluşmuş tüm malzeme ve mekanların bütününü kapsayan jeolojik çevre, yaşam çevremizin bir parçasıdır. Sağlık ve güvenlik dahil yaşam kalitesiyle ilgili

birçok konu jeolojik çevre ile ilişkilidir [4]. Yerkabuğunda jeolojik süreçler sonucu oluşan kayaç, toprak, çamur, soğuk ve sıcak su gibi jeolojik çevremize yerleşmiş jeolojik malzemeler, değişik yöntemlerle tedavi amaçlı kullanılmaktadır [7, 8, 9].

Mağara ortamında bulunan bazı steril eser gazlar, ortama bronş genişletici, mukolitik, hiposensibile edici özellik kazandırmaktadır. Bu bağlamda astım ve tuz mağaralarının solunum yolları hastalıklarının tedavisinde olumlu etki yarattığı kabul edilmektedir [2].

İkinci dünya savaşında birçok insan şehirlerin bombalanması nedeniyle şehirlerinden kaçarak mağara, ve sığınaklara sığınmışlardır. Mağaralarda yaşayanların diğerlerinden daha sağlıklı olmaları üzerine buralara sığınanları inceleyen bilim adamları, mağaralara sığınan insanlarda mağara ortamının insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerde bulunduğunu gözlemlemişlerdir [1].

Tuz mağaralarında yapılmış bilimsel çalışmalarda tuz kristallerinin ortama yaydığı negatif iyon yoğunluğunun ve ortamdaki sadeliğinin insanların psikolojisine büyük faydalar sağladığı saptanmıştır [1].

Speleoterapinin önemi, aşağıdaki şartlarla mümkün olmaktadır.

- Yüksek dispersli sodyum klorür aerosollerinin olması,
- Sabit hava sıcaklığı,
- Havada mikroorganizmaların ve alerjenlerin olmaması veya minimum seviyede olması,
- Hava akımının minimal sürati,
- Sakinleştirici ortam ve çevre,
- Havadaki gazların, rutubet ve atmosfer basıncın sabit olması

Bütün bunlar, bronşit astım hastalığının destekleyici tedavisine olanak sağlamaktadır [1].

Tuz terapisinin (speleoterapi) uygulanabilecekği hastalıklar; bronşal astım, kronik bronşitler, sinüzit rinit (sinüzit itihipları), pollinozlar, atopik dermatitler (Kronik tekrarlayan pembe renkli yüzeyi pütürlü olan kaşıntılı döküntülerdir), neyrodermi

(egzama türü deri hastalığı) ve bronşektazi (akciğerler içindeki bronşların harap olması ve genişlemesiyle karakterize bir hastalıktır) gibi hastalıklardır. Tuz terapisi uygulanamayacak hastalıklar ise; malignite (kötü huylu tümör), III. derece solunum yetmezliği, II-III. derece kalp damar yetmezliği ve verem gibi hastalıklardır [1].

1.4 Mağaraların Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi

Mağaralar, uzun şartlar sonrasında oluşan veya insan eliyle oyularak yapılmış yapılardır. Günümüzde mağaralar sağlık, sportif, kültür ve turizm açısından değerlendirilmektedir. Turizmde mağaralar özellikle görsel, sportif, bilim amaçlı kullanılmaktadır. Mağara turizmi özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra sağlık turizmi açısından değerlendirilmesi ile gelişmeye başlayan bir turizm dalıdır.

Tüm dünyada mağaraların sağlık turizmi açısından değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda artışlar gözlenmekle birlikte Amerika, Fransa, Yugoslavya, İtalya, Çek Cumhuriyeti ve Kazakistan gibi ülkeler örnek teşkil etmektedir. Ülkemizde de mağara çeşitliliği ve sayısı oldukça zengindir. Türkiye'de ki mağaraların çoğu Akdeniz bölgesinde bulunan karbonatlı kayaçlar içerisinde bulunmaktadır. Ülkemizde bulunan birçok mağaranın dünya çapında tanınanları vardır. Bunlar; karstlaşma sonucu oluşan mağaralar olup, Antalya Akseki'deki Altınbeşik-Düden Suyu (ülkemizde bilinen en eski mağara), Konya'daki Yerköprü, Mersin-Astım, Antalya-Damlataş ve Burdur-İnsuyu mağaralarıdır [10].

1.4.1 Tuz mağaralarının speleoterapi açısından değerlendirilmesi

Tuz mağaralarının speleoterapi acısından değerlendirilmesine yönelik ilk çalışmalar 19. Yüzyılda Polonyalı bir sanayi terapistinin, tuz madenlerinde çalışan işçilerin akciğer hastalıklarına yakalanmadıklarının saptaması ile başlar [5]. II Dünya Savaşı sırasında sığınak olarak kullanılan tuz mağaralarında astım hastalığının hafiflediğine yönelik bulgular çalışmaları hızlandırmıştır.

Gelişmelere bağlı olarak 1968 yılında Eski Sovyetler Birliğinde tuz tedavisi amacı için Solotvino köyündeki bir mağaraya alerji hastanesi kurulmuştur. Burada uygulanan uzun tedavi süresince astım hastalarının çoğunda 6 aydan 5 yıla kadar rahatsızlıklarında hafiflemeler gözlenmiştir [5].

Günümüzde, doğu Avrupa ülkeleri, alerji ve solunum yolları zehirlenmelerinde soğuk ve termal olmayan tuz mağaralarından yararlanmaya başlamıştır [11].

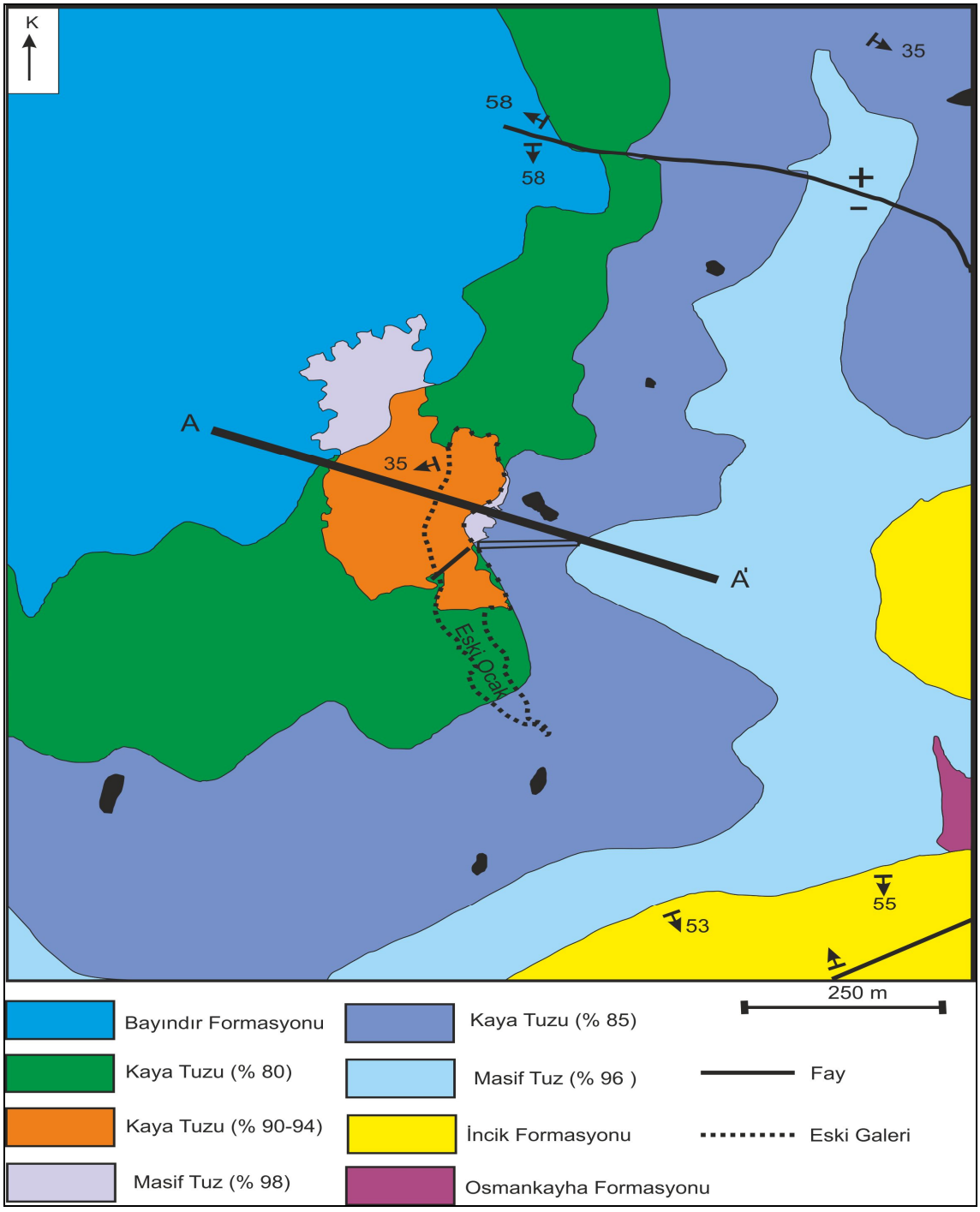
Yapılan bu çalışmalarda mağara ortamında bulunan Ca ve Mg iyonlarının insan sağlığını olumlu yönde etkiledikleri ileri sürülmektedir [9]. Tuz mağaralarında bulunan ve negatif iyonlarla doymuş havanın hastaların soluduğu havanın kalitesini arttırdığı ve yorgunluk, stres, kardiyovasküler problemler, bronş ve akciğer hastalıkları ile astım gibi birçok hastalıkların tedavisinde olumlu etkilere sahip olduğu ileri sürülmektedir.

Bu olumlu gelişmelere bağlı olarak Macaristan ve Çek Cumhuriyetinde tuz mağaralarının hemen üzerine veya yakınlarına oteller inşa edilerek buraya gelen hastaların tuz mağaralarında iki üç haftalık kürlerle tedavi edilmelerine çalışılmaktadır [10].

BÖLÜM II

BÖLGENİN JEOLOJİSİ

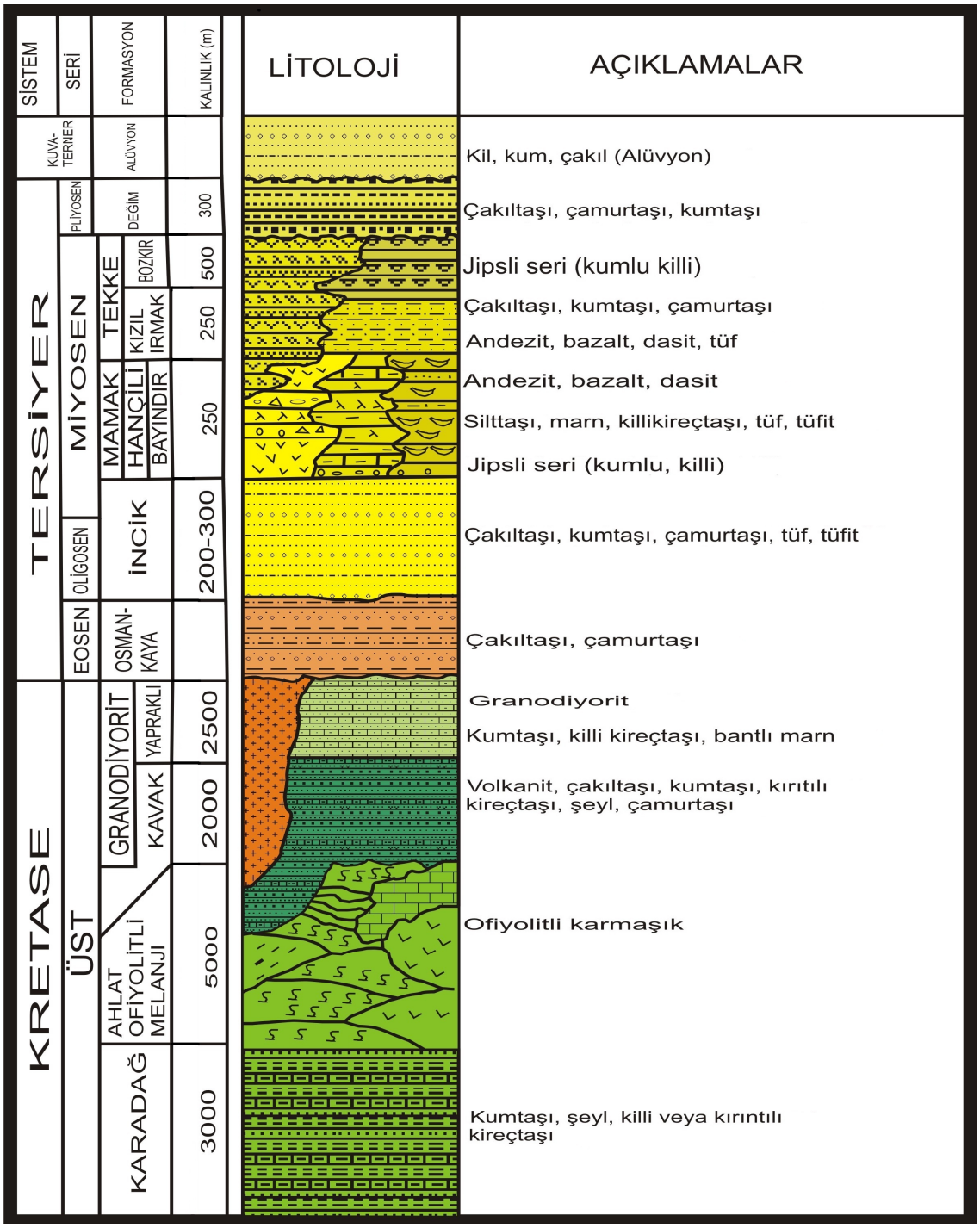
Çalışma alanı, Oligosen-Kuvaterner yaşlı karasal çökellerin hakim olarak bulunduğu iç Anadolunun en büyük havzalarından biri olan Çankırı-Çorum havzasında yer almaktadır. Çalışma alanına ait jeoloji haritası Şekil 2.1'de verilmiştir.



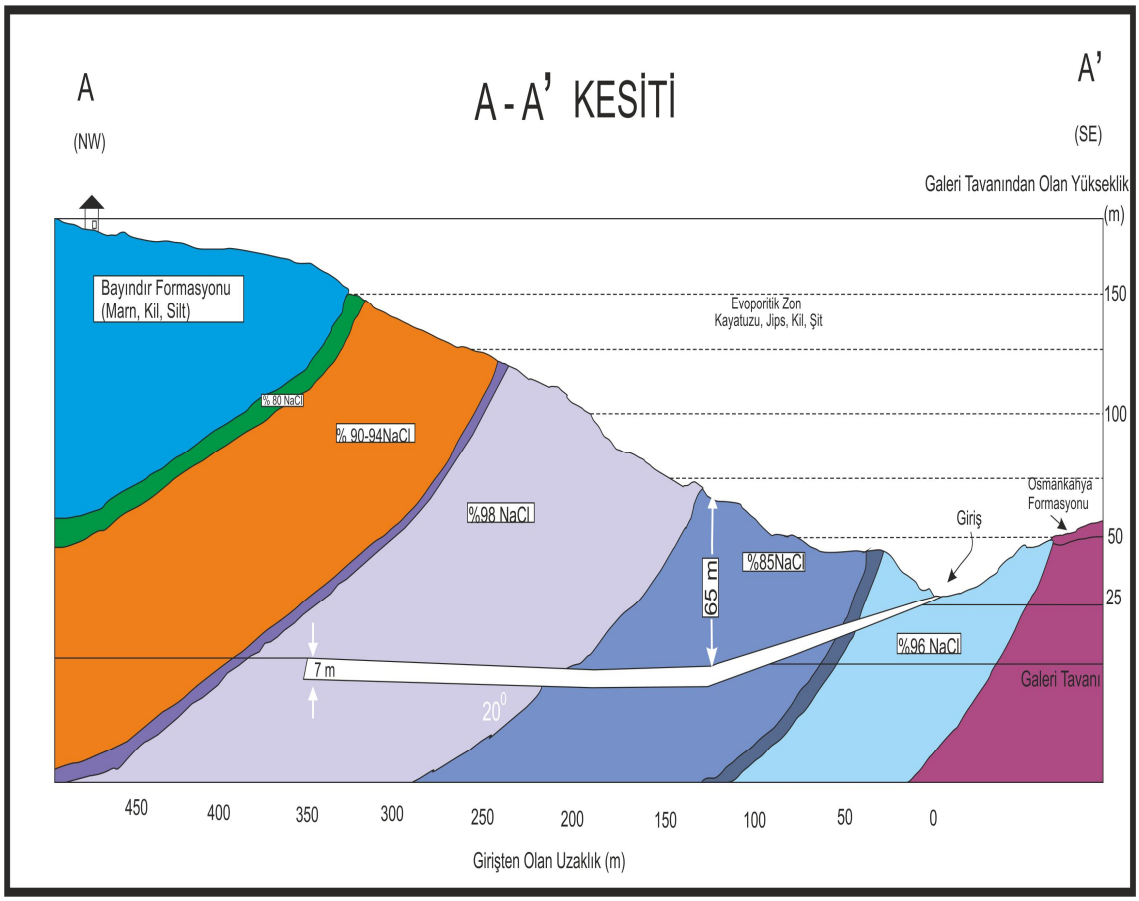
Şekil 2.1 Tuz mağarasının bulunduğu havzaya ait detaylandırılmış jeoloji haritası [13]

2.1 Stratigrafi

Çankırı-Çorum havzası ve yakın yöresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit Şekil 2.2'de sunulmuştur. Çalışmanın amacı doğrultusunda Oligosen dönemi çakıllı birimler temel formasyonlar olarak özette verilmiştir.



Şekil 2.2 Çalışma alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik istif [12]



Şekil 2.3 A-A' galeri kesiti [13]

2.1.1 Karadağ formasyonu

Tuz işletmelerinin bulunduğu alanın kuzeydoğusunda Dereçatı kuzeyinde çalışma sahasının batısında yer almakta olup havzanın kuzeybatısında İçyenice'nin güneybatısında yüzeylemektedir. Tip yeri Korgun'un içinden geçen Korgunözü çayının doğu yamaçlarıdır [14, 15].

Formasyon, kırıntılı kireçtaşı ve kumlu şeyl ardalanmasından oluşmaktadır. Yer yer çakıltaşı, az miktarda kırmızı kumtaşlarına da rastlanmaktadır. Karadağ formasyonu filiş fasiyesinde çökelmiş olup formasyonun genelinde uzakça (distal) ve ortaç (intermedite) özellik taşır [16].

Formasyonun kalınlığı kesin olarak bilinmemekle birlikte 3000 m civarındadır. Formasyonun yaşı ise Karadağ formasyonu içerisinde yer alan Akdere ve Kuşunludüz formasyonlarında bulun fosiller sayesinde Senomaniyen-Türoniyen olarak belirlenmiştir [14, 15, 16, 17, 18].

2.1.2 Ahlat ofiyolitli melanjı

Adını Ahlat köyünden almaktadır. Çalışma sahasının kuzeyinde ve kuzeydoğusunda yer almaktadır. Ofiyolitik melanj, vokanik ve derinlik kayaçlar, çeşitli okyanus çökeller ile metamorfik blokların birleşmesi sonucunda oluşmuştur. Ofiyolitik melanj içinde killi kireçtaşı, kumtaşı, spilit, gabro, diyabaz, tüf, peridotit, mağmatik ve çeşitli volkanik kayaçlara rastlanmaktadır. Melanjı oluşturan birimler tektonik hareketler neticesinde genellikle ezilerek makaslanmaya uğramış olup makaslanma kırıkları genellikle tabakalaşmaya verev veya dik olabilir. Melanj için bir kalınlık vermek zordur; ancak 5000 m dolaylarında bir kalınlığa sahip olduğu öngörülmektedir [16].

2.1.3 Kavak formasyonu

Kavak formasyonu, çalışma alanın kuzeyinde yer almaktadır. Kumtaşı, kırıntılı kireçtaşı, şeyl ve çamurtaşından oluşan formasyonda hakim litoloji çakıltaşları, kumtaşları ve volkaniklerden oluşmuştur.

Kavak formasyonu içinde bulunun volkanikler, iri kristalli lösit içermeleri ile karakteristiktir. Volkaniklerde yastık lav yapısı yaygındır. Volkanikler genellikle kendilerinden türemiş kumtaşı çakıltaşlarıyla ardalanmalıdır ve ender olarak tüf ara tabakaları içerir [12]. Volkanikler genellikle koyu yeşil, siyah bazalt, tefrit, andezit ve tüflerden oluşmaktadır. Genellikle Ahlat ofiyolit melanjını kesen diyabaz ve lamprofir daykları bulunmaktadır.

Kavak formasyonu içerisinde Yapraklı formasyonu büyük mercekler halinde bulunabilmektedir. Formasyon Türoniyen'de başlayan dalma batmanın sonucu olan melanjlaşma ile birlikte oluşmaya başlamıştır. Formasyonun oluşum süreci melanjlaşma süresince devam etmiş ve Maestrihtiyen'nde tamamlanmış olup formasyonun kalınlığı 2000 m civarındadır [18].

2.1.4 Yapraklı formasyonu

Çalışma alanının kuzeyinde dar bir alanı kapsamaktadır. Formasyon kireçtaşı, kil, marn ve kumtaşı ardalanmasından oluşan bir filişten ibarettir. Çakıl ve kum seviyelerinin yanı sıra kalın bir marn tabakası bulunmaktadır. Formasyonda bulunan marnların rengi beyazdan griye doğru değişim göstermektedir [12].

Yapraklı formasyonu şelf ve derin deniz koşullarında çökelmiştir. Formasyon Kavak formasyonu üzerine tedrici geçişlidir. Kalınlığı yer yer değişim göstermekle birlikte yaklaşık 2500 m civarındadır [17].

2.1.5 Granodiyorit

Çalışma alanının güneybatısında yüzeylemektedir. Açık renkli olup formasyonun genelinde ayrışmalar mevcuttur. Yer yer aplit damarlar tarafından kesilmiş olan birim kestiği ofiyolite ait çakıllar da içermektedir. Granodiyoritler içerisinde yarı öz şekle (hipidiyomorf) sahip kuvars, plajioklaz, epidot, biyotit ve aktinolit mineral birlikteliği mevcuttur [12].

Granodiyorit, Ahlat ofiyolit melanjını kestiğinden ve çakıllarının da İpresiyen-Lütesiyen yaşlı Pazardere formasyonu içinde rastladığından yerleşme yaşı olarak Paleosen olduğu ileri sürülmektedir [15].

2.1.6 Osmankahya formasyonu

Çalışma alanının kuzeybatısında, dar bir alanda yer almaktadır [19]. Osmankahya formasyonu, çamurtaşı, çakıltaşı ve çok az miktarda da kumtaşı içermektedir.

Orta Lütesiyen (Eosen) yaşlı olan formasyon bir yelpaze deltası çökelidir. İstifin büyük bir bölümü karasal ortamda oluşmuş olup, deniz etkisini karbonatlı kumtaşlarının çökelimiyle kendini göstermektedir [16].

2.1.7 İncik formasyonu

İncik formasyonu çalışma sahasının güneyinde Süleymanlı-Balıbağı arasında, doğuda ise Ovacık dolaylarında yaygındır. Formasyon tuz içeren formasyonların bulunduğu zonun tabanını oluşturmaktadır.

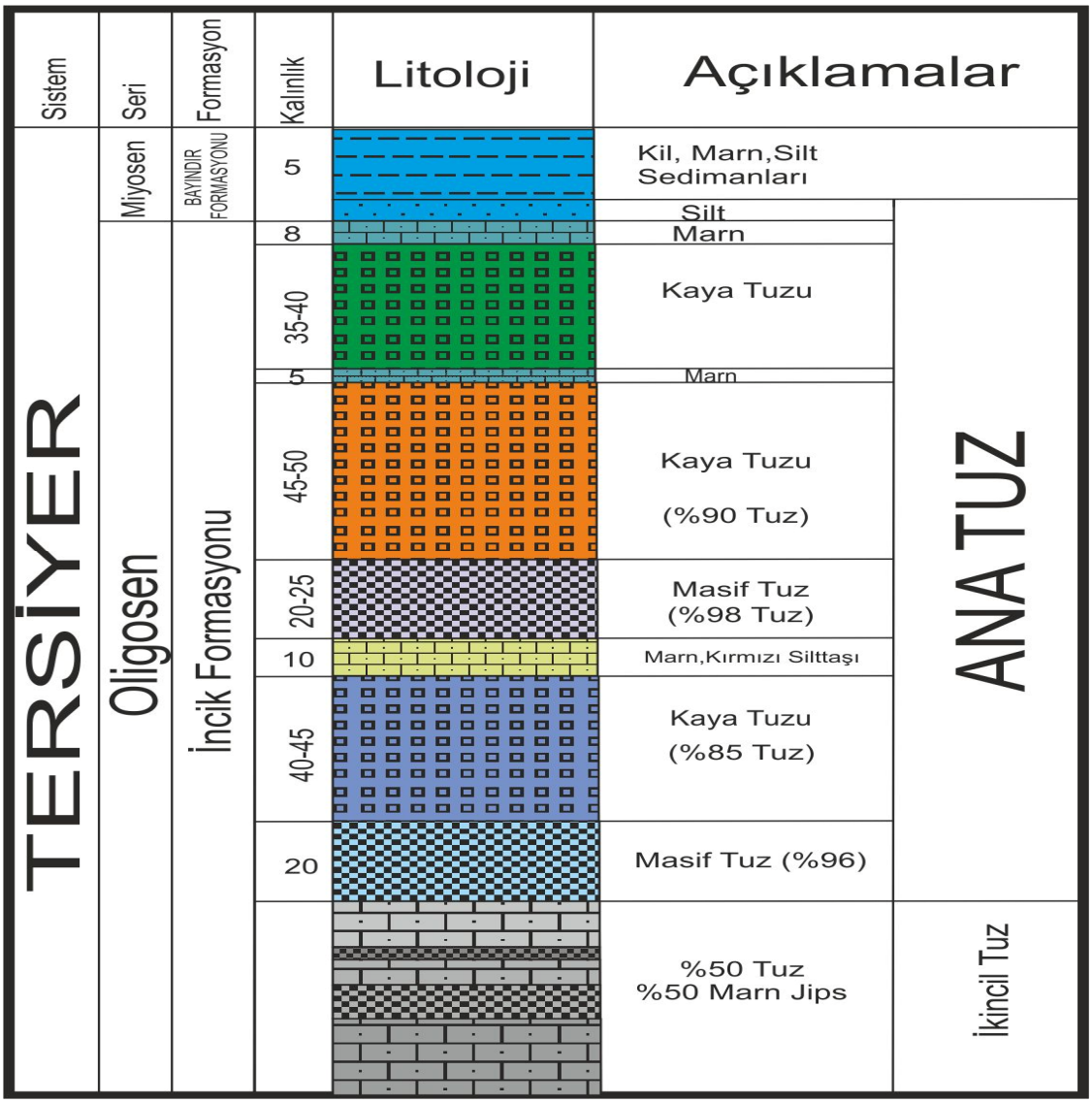
Formasyonun alt düzeylerinde silttaşı, kırmızı kırıntılı kumtaşı ardalanması üstte doğru ise jips, marn, silttaşı ardalanması gözlenir. Bordo-kızıl olarak görülen formasyonun muhtemel yaşı Üst Eosen-Oligosen kalınlığı ise 600 m civarındadır [20].

2.1.7.1 Evaporitik zon

Çalışma konusunu oluşturan kaya tuzu çökellerinin bulunduğu birimin temelini İncik formasyonu oluşturmaktadır. Bayındır formasyonu ile yanal ve düşey geçiş sunan

evaporitik zon İncik formasyonuna dahil edilmektedir. Alt ve üst dokunakları tedrici geçişlere sahip olan zonun kalınlığı tam olarak tespit edilememektedir. Bu zonda kaya tuzu çökelimi çok geniş bir yayılıma sahip olmasına rağmen ekonomik değere sahip potas tuzlarına rastlanmamıştır [21].

Kayatuzu seviyelerinin üst düzeylerinde gri yeşil silttaşı, killi ve jipsli marnlar bulunmaktadır. Evaporitik zona ait seride killi ve marnlı bir çökel ardalanması gözlenir birim içerisinde ikincil jips oluşumları yer almaktadır. Kaya Tuzu çökelleri alt düzeylere gittikçe azalamaktadır [21].



Şekil 2.4 İncik formasyonu içinde yer alan evaporitik zona ait stratigrafik istif [13]

Evaporitik zon içerisinde bulunan kayatuzu, Çankırı ili çevresindeki pek çok yerde; Boyalıca köyü batısında, Balıbağı, Alaçat ve Topuzsaray antiklinalinin kanatlarında mostra vermektedir.

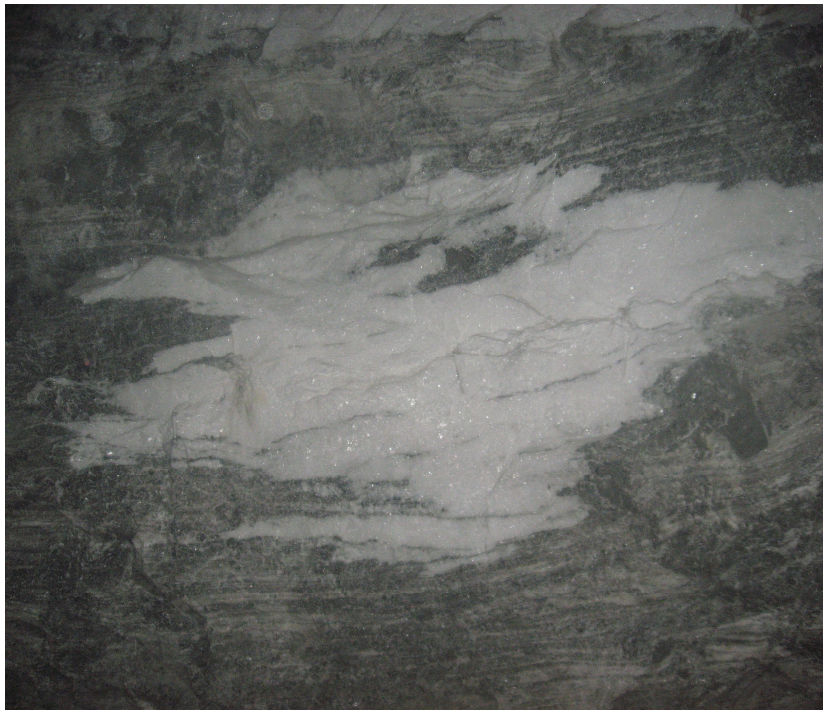
Bu seri Üst Eosen Oligosen zaman aralığında oluşan regresyon sonucunda dağlar arasında oluşan tuzlu-çorak bir havzada karasal iklim koşullarında oluşmuştur. Tuzlu zonun muhtemel yaşı Üst Oligosen'dir. Açık-gri renge sahip zonun kalınlığı yaklaşık olarak 400 m den fazladır [21].

2.7.1.2 Kayatuzu zonu

Evaporitik zon içerisinde ekonomik değere sahip olan ve üretilebilen kayatuzu seviyeleri dikkate alınarak kayatuzu oluşum zonu belirlenmiştir. Bu zonun içerisinde kayatuzu ile beraber az miktarda sarı-beyaz jips ve marnlar bulunmaktadır. Genellikle kayatuzu zonu örtülüdür. Mostra verdiği alanlar da tabakalanmalar belirgin olmakta ve bu zon içerisinde açılan kayatuzu galerilerinden yapılan ölçümler sonucunda tabakalarda ters dönmeler, yatımlar, kıvrımlanma ve kırıklar gözlenmektedir (Fotoğraf 3.1, 3.2).



Fotoğraf 2.1 Tuz mağarasının içinde bulunan galerilerdeki tuz tabakaları ve tektonizma sonucu meydana gelen kırıklar



Fotoğraf 2.2 Tuz mağarası içinde bulunan galerilerdeki tuz tabakalarının kıvrımlanması sonucu masif tuz mercek oluşumu

Kayatuzunun kalınlığı, önceki yıllarda yapılan sondaj verilerine göre 400 m olarak bilinmektedir [21].

2.1.8 Bayındır formasyonu

Bayındır formasyonu; Çankırı ili çevresinde Balıbağı, Ovacık, Süleymanlı ve Bayındır köyleri civarında görülmektedir. Formasyon kumtaşı, jips, çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyon'da hâkim kayaç jipslerden oluşmaktadır [21].

Bayındır formasyonu, İncik formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmekte, üstten ise Kızılırmak formasyon ile uyumsuz olarak sınırlanmaktadır [12]. Kızılırmak formasyonu kamalanması durumunda ise Bozkır formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Mamak ve Hançili formasyonunun zamansal eşdeğeridir [12]. Formasyon kalınlığı 600-800 m olup yaşı, Üst Oligosen-Miyosen olarak verilmektedir [22, 23].

2.1.9 Mamak formasyonu

Mamak formasyonu, çalışma alanının batısında Korgun civarında yaygın olarak görülür. Formasyon; aglomera, tüf, bazalt, andezit ve dasitlerden oluşmaktadır. Aglomeralar;

sarı, gri, kırmızı tüflerle birlikte çimentolanmış çok kalın kum, çakıl ve bloklardan oluşmaktadır. Tüfler, ince orta kalınlıkta tabakalardan oluşmakta ve aglomeralarla ardalanmaktadır [12].

İncik formasyonu üzerine tedrici geçişli olarak bulunur. Üzerine tedrici geçişli olarak gelen Tekke formasyonu ile kısmen yanal yönde de geçiş gösterir. Kalınlığı 250 metre kadardır. Orta Miyosen yaşlıdır [16].

2.1.10 Hançili formasyonu

Formasyon, adını çalışma alanının batısında Hançili köyünden almıştır. Alaçatı köyü civarında mostra vermektedir. Formasyon beyaz, sarı, yeşil silttaşı, killi kireçtaşı, bitümlü şeyl, marn ve tüf ardalanmasından oluşmaktadır. İçerisinde yer yer kömür damarları ile jipsli seviyelerde gözlenmektedir [12].

Hançili formasyonu, Mamak formasyonu üzerine geçişli olarak gelir. Kızılırmak ve Bozkır formasyonun stratigrafik eşdeğeridir. Yaşı Üst Miyosen, kalınlığı ise 250 m olarak verilmektedir [16].

2.1.11 Tekke formasyonu

Tuz mağarasının yaklaşık olarak batısında yaygın olarak bulunmaktadır. Formasyon andezit, bazalt, tüf ve dasitlerden oluşmaktadır. Dasit ve andezitlerde genellikle soğuma ve tektonik eklem takımları yaygın olup yer yer akma yapılarına da rastlanmaktadır. Tüfler, ince ve orta tabakalı olup aglomeralar özellikleri itibari ile Mamak formasyonundaki aglomeralara benzerlik sunar [12].

2.1.12 Kızılırmak formasyonu

Kızılırmak formasyonu, çalışma alanın güneyinde İçyenice ve Ayan arasında yaklaşık doğu batı doğrultusunda uzanım göstermektedir. Çakıltaşı, kırmızı çamurtaşı, kumtaşı, beyaz tüf ve jips tabakalarından oluşmaktadır [21].

Kızılırmak formasyonu, altta Bayındır ve Hançili formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmekte üstten tedrici geçişli Bozkır formasyonu ile sınırlandırılmaktadır. Tekke formasyonu ile eş zamanlı çökelen Kızılırmak formasyonu, Üst Miyosen yaşında olup kalınlığı ise 400 m'dir [16].

2.1.13 Bozkır formasyonu

Çalışma alanının batısında ve güneyinde Alanpınar, Yukarıçavuş arasında yayılım göstermektedir. Formasyon; çamurtaşı, jips, kumtaşı ve tüf ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyona da genel olarak jipsler hakimdir. Jipsler laminalar halinde olup yer yer küçük ince kristallidir [12].

Kızılırmak formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen formasyon üzerine, Değim formasyonu uyumsuz olarak gelir formasyonun yaşı Üst Miyosen-Pliyosen, kalınlığı ise 600 m civarında verilmektedir [17, 18].

2.1.14 Değim formasyonu

Çalışma alanının kuzeyinde bulunan Değim köyü dolaylarında mostra vermektedir. Bordo, kahverengi, sarı çakıltaşı, çamurtaşı ve az miktarda kumtaşlarından oluşmaktadır [12].

Bozkır formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen Değim formasyonun yaşı Pliyosen olup kalınlığı 100-150 m civarındadır. [16].

2.1.15 Seki çakılları

Çalışma alanının güneybatısında bulunan Acı çayın yamaçlarında görülür. Çakıllar genellikle gevşek çimentolu veya çimentosuzdur. Kuvaterner yaşlı olup kalınlığı 0-50 m arasında değişmektedir [21].

2.1.16 Alüvyon

Tatlıçay ve onun yan kolları olan Korgunözü çayı ve Ayan çayı yatakları boyunca gözlenir. Blok, çakıl, kum, ve kil boyutlarındaki malzemeden oluşur. Kalınlığı 0-45 m civarında değişmektedir [12].

2.2 Yapısal Jeoloji

Çalışma alanı, Anatolitler'in [24] kuzey kesiminde, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) havzanın kuzeyinden geçmektedir. Çalışma alanın bulunduğu Çankırı-Çorum havzası ve tektoniği ve paleocoğrafik evrimi [14, 16, 20, 25] tarafından ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir[26].

Çankırı çevresinde tektonizma, tabaka serilerine bağlı olarak doğu-batı doğrultusunda gelişmiştir. Tortul yapının eksen doğrultusunu tayin eden yapıları birbirinden farklı iki tipe ayırmıştır. Balıbağı çevresinde dar kıvrımlı, devrik bir izoklinal kıvrım gözlenirken Alaçatı-Topuzsaray yapısı ise geniş, uzun ve dar bir antiklinal durumundadır [27].

Balıbağı antiklinali çalışma alanın güneyinde, WEW-ENE doğrultudadır. Güney kanadı devrik kuzey kanadı normal durumdadır. Batı bölümü çok dar bir biçimde yukarıya doğru sıkışmıştır. Doğu bölümü daha geniştir. Bu antiklinalin tuz domu olarak tuz tektoniğine bağlı olarak geliştiği ileri sürülmektedir [21].

Çepeçevre kapalı olan yapının çekirdeğinde İncik formasyonuna ait kiltaşları ve killi kumtaşları bulunmaktadır. Tuzbaba tepeye doğru genç bir fayla kesilen yapıda önemli bir jips tektoniği ve buna bağlı gelişen burkulmalar ile yelpaze şekilli kıvrımlanmalar gözlenmektedir. [13]

İşletme civarından alınan kesitte tuzlu düzeyler ikiye ayrılmıştır. Üstte kumtaşı, marn, kil ve jips, altta ise marn, kumtaşı, kil bulunmaktadır [27, 28, 29].

Çalışma alanının doğusunda bulunan Ovacık antiklinali, simetrik bir antiklinal özelliğinde, olup Ovacık köyünün güneyinde net olarak gözlenebilmektedir. Antiklinalin çekirdeğinde İncik formasyonu, kanatlarında evaporitik zon ve Bozkır formasyonu bulunmaktadır [21].

Balıbağı ve Süleymanlı antiklinalleri arasında Melikebağları senklinali gözlenir. Senklinalin çekirdeğinde, tuzlu zon ve İncik formasyonu gözlenmektedir. Büyüktahta sırtı antiklinali ise Bayındır formasyonu içinde gözlenmekte olup Ovacık köyüne doğru uzanmaktadır [21].

Kayatuzu işletmelerinin bulunduğu havzada yerel faylar gözlemlenmiştir. Süleymanlı köyü kuzeyinde Kızılırmak, Bozkır formasyonları arasında ve büyük kesimi Bozkır formasyonu içinde takip edilen doğrultulu bir fay bulunmaktadır. Kaya tuzu işletmesi ile Balıbağı köyü arasında, yine Koput köyü kuzeybatısında evaporitik zon ile Bayındır formasyonu arasında küçük ölçekli faylar bulunmaktadır [21].

2.3 Tuz Oluşumu ve Jeolojik Evrimi

Çalışma alanını da kapsayan İç Anadolu da; Üst Kretase'den-Üst Eosen'e kadar deniz birçok kez ilerleyerek bölgeyi kaplamış veya geri çekilmiştir. Eosen başında transgresyon kuvvetlenmiş, derin ve sakin sularda birkaç yüz metre kalınlığında killer ve marnlar çökelmiştir. Bu neritik tortulaşmayı izleyen Orta Eosen'de ise sığ deniz koşullarında gelişmiş ortamda kireçtaşı ve marnlar çökelmiştir. Üst Eosen'de deniz, regresyon sonucu tamamen gerileyerek küçülmüştür. Karasal ve sıcak iklim koşulları ile bu koşullarda oluşan açık denize bağlı geçici göller (lagünler) gelişmiştir. Lagün ortamlarında gelişen çökelme kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, buharlaşma sonucu kalın karasal seriler, kil-marn tortulları ve jips yatakları şeklinde oluşmuştur [14].

Denizin çekilmesiyle oluşan dağlar arasındaki çorak basenlerde yer yer tuzlu bataklıklar ve göller meydana gelirken, akarsuların yataklarında da kırıntılı oluşuklar depolanmış, playalar da jips ve diğer evaporitler çökelmiştir [14] .

Oligosen'de ise İncik formasyonuna ait yüzlerce metre kalınlığında karasal kırmızı killer, kumtaşları ve konglomera çökelmiştir. Üst Oligosen'de doğudan İç Anadolu'ya Çankırı havzasına kadar sığ bir denizin uzandığı bilinmektedir. Miyosen'de bölge tekrar denizel-lagüner bir tortullaşma geçirmiştir. Bu tortullaşmadan önce bölgesel bir çöküntüye yol açan tektonik olaylar meydana gelmiş olmalıdır. Çünkü, bu çöküntü sonucunda denizel bir alan ortaya çıkmış ve tuz çökelme ortamı bu denizel alanın yanında, sığ şelf ortamında epikontinental lagüner bir yan havza biçiminde gelişmiştir. Öncelikle marnlar, sonra jips, ve en sonunda kayatuzu çökelimi gerçekleşmiştir. Kayatuzu tabakaları arasındaki kil-sittaşı düzeylerinin bulunması denizin bölgeyi zaman zaman kapladığını göstermektedir. Aksi durumda kalınlığı 400 m. ye ulaşan kayatuzunun yalnız karasal ortamda gelişebilmesi olanaklı değildir. Kayatuzu çökelimini izleyen evrede gelişen transgresyon ile jips ve marnlar oluşarak, kayatuzu çökelimi sona ermiştir [21].

Miyosen-Pliyosen döneminde vukua gelen yükseltiler tuzlu evreyi tamamlamışlar, yanal ve dikey yönde oluşan evaporitler Üst Miyosen'de kıvrımlanıp su yüzeyine çıkmışlardır. Neojendeki bölgesel yükselmeler, sıkışma tektoniği sonucu gelişen kıvrımlanmalardır [13].

Regresyon sonucunda arta kalan playalarda mevcut suların evaporasyonları esnasında görece zenginleşen NaCI, $CaSO_4$ ve SO_4 iyonlarından ilk olarak jips ve anhidrit çökelimi başlamıştır [21].

Buharlaşma nedeni ile ortamdaki çözeltinin yoğunluğunun giderek artması ile Na, CI, K ve Mg tuzlarının çökelmesi başlamıştır. Kayatuzu çökelimi ile bir olarak regresyon son evresine gelirken kimyasal sedimantasyonla yer yer silvin tuzları gelişmiştir [21].

BÖLÜM III

MATERYAL METOT

Çankırı tuz mağaralarının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesine yönelik yapılan bu çalışma, 2010-2011 yılları arasında büro çalışmaları, laboratuar çalışmaları ve arazi çalışmaları ise Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında olmak üzere üç kısımda yürütülmüştür.

3.1 Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, 2010 yılı başında itibaren araştırma konusu ile ilgili literatür derlemeleriyle başlamıştır. Türkiye de tuz mağaralarının speleoterapi açısından değerlendirilmesine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Tuz mağaralarının minerolojisi, jeoloji ve mağara hava özelliklerini belirlemek için yapılan gözlem ve araştırmalardan elde edilen bütün veriler, bilgisayar ortamına aktarılarak çalışma konusu tuz mağaralarının speleoterapi özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

3.2 Arazi Çalışmaları

2010 yılı yaz dönemi Temmuz ayında başlayan arazi çalışmaları Çankırı tuz mağaralarının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesine yönelik olarak tuz mağaralarının temel özeliklerinin belirlenmesi şeklinde sürdürülmüştür. Çalışmalar sırasında tuz içeren formasyonun; yöre stratigrafisindeki konumu, kalınlığı ve yayılımı belirlendikten sonra tuz mağarası galerilerinin belirli lokasyonlarından kimyasal ve minerolojik analiz için numuneler alınarak sürdürülmüştür. Ayrıca mağara içi hava kalitesini belirlemek amacıyla LEL, CO, O_2; ile mağara içi sıcaklık, nem ve hız (galerideki hava akımı) oranları belirli periyotlarda ölçülmüştür (Fotoğraf 2.1).





(a) (b)

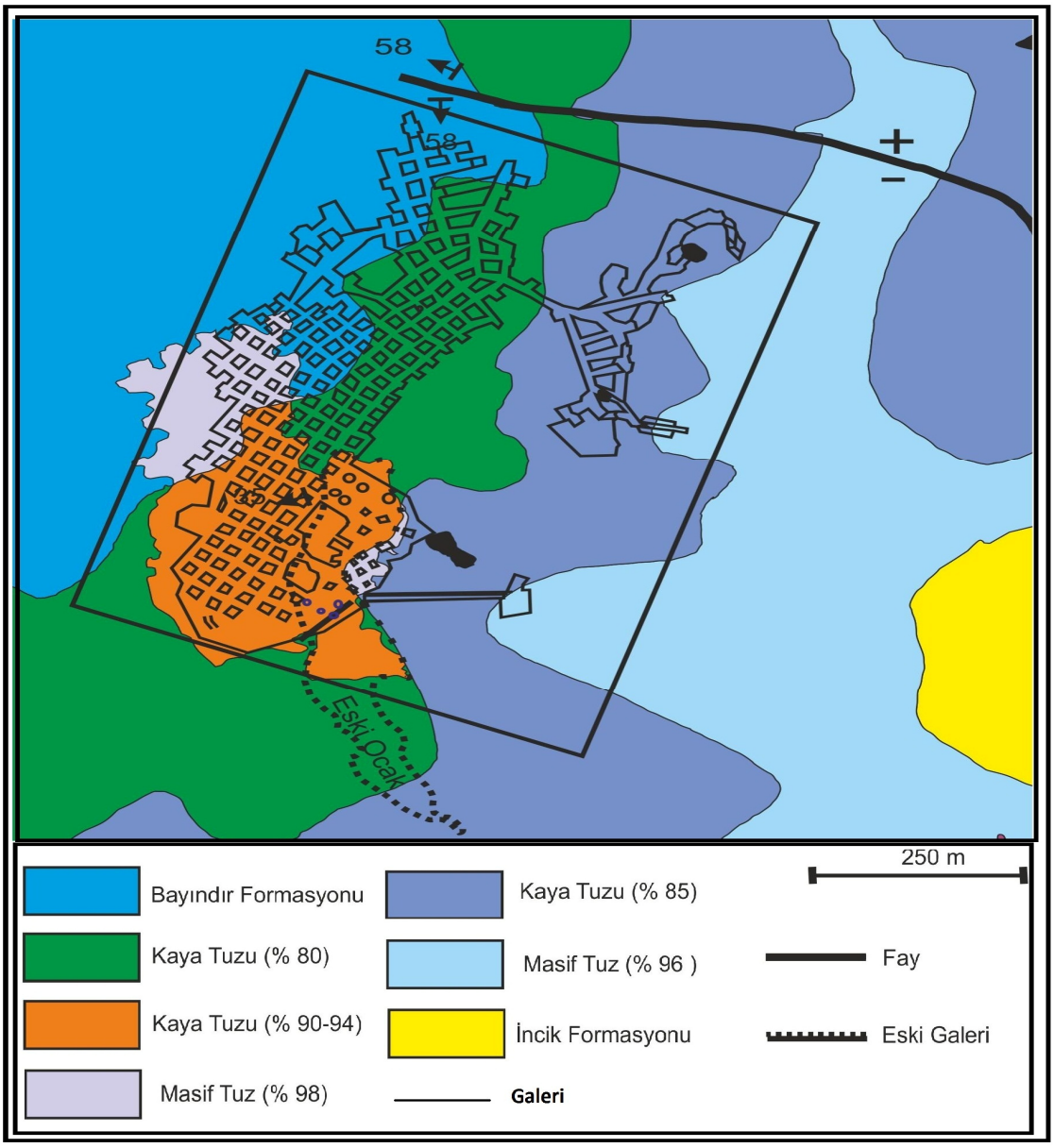
Fotoğraf 3.1 Mağara içi portatif gaz ölçer (a), Portatif hava istasyonu (b)

3.3 Laboratuvar Çalışmaları

Tuz mağaralarının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesine yönelik olarak galeriler (Şekil 3.1) içinde belirli lokasyonlardan derlenen numuneler üzerinde laboratuvar çalışmaları aşağıdaki şekilde yürütülmüştür.

3.3.1 XRD analiz standardı

Tuz mağarasındaki kayaçların mineral birlikteliklerinin saptanması amacıyla 5 örnek MTA Genel Müdürlüğüne gönderilmiştir. MTA Genel Müdürlüğü laboratuarlarında, Bruker D8 Advence model cihaz ile 2-70^0 arasında gerçekleştirilmiştir. Bu cihazın X ışınları tarafından oluşturulan kırınım deseninden atomik düzeyde bilgi edinmek için kullanılmaktadır. X-ışınları ölçümleri kristale zarar vermeksizin yapısı hakkında bilgi veren güçlü bir yöntemdir.



Şekil 3.1 Galeri haritası

3.3.2 XRF analizleri standardı

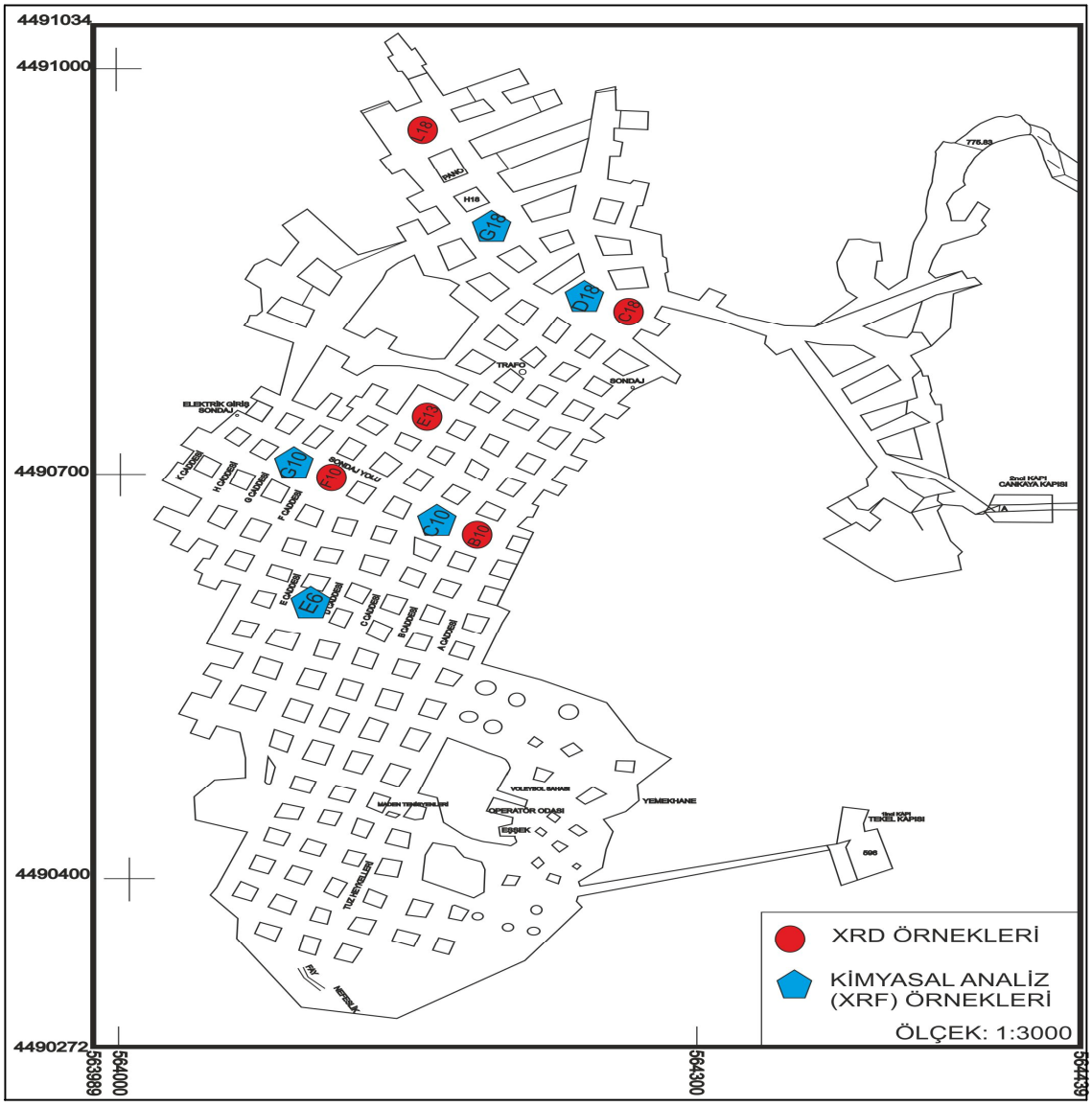
Kayaç kimyasının saptanmak amacıyla 5 örnek MTA Genel Müdürlüğüne gönderilmiştir. MTA Genel Müdürlüğü kimya laboratuarında kayatuzunda bulunan elementlerin yüzdelerini belirlemek amacıyla 105^0 C kurutularak XRF (tuz proğramı) yöntemiyle Raman Konfokal spektrometresi (Jobin Yovin HORİBA labRam Measurments) cihazında Stepsize: 1µm, Wavelenght:633, LabRam HR, Acguisition:10 s arasındaki değerde yapılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Tüm Kayaç Mineral Çözümleme Sonuçları (XRD)

Çankırı tuz mağarası galerilerinden toplam 10 örnek alınmıştır Şekil 4.1 bu örneklerin 5 tanesinde X-ışınları çekim sonucunda; Kalsit ($CaCO_3$) minerali için karakteristik olan 3,02 A^0 piki, Blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$) minerali için 1.66 A^0, 1.99 A^0, 3.25 A^0, 3.27 A^0 pikleri, Tenardit (Na_2SO_4) için 1.69 A^0 piki, Tenardit (Na_2SO_4)+ Blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$) minerali için 1.62 A^0, 1,63 A^0 pikleri, Halit (NaCI) için 2.83A^0 belirlenmiştir. Jips için 1.40 A^0 piki, anhidrit için 3.52A^0 piki kullanılmıştır.

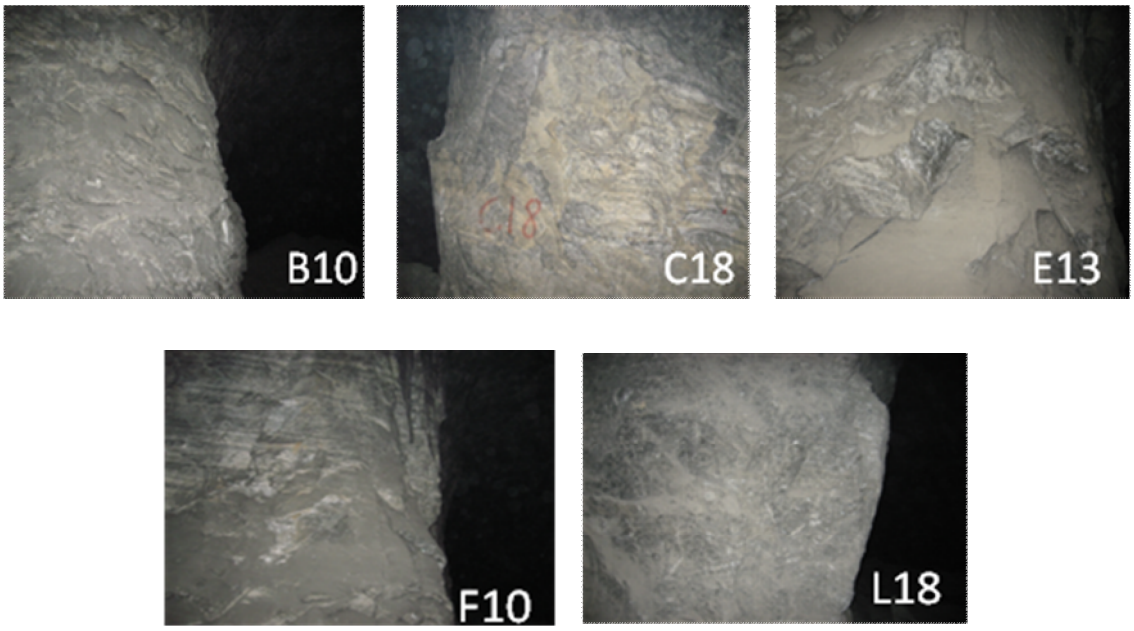


Şekil 4.1 Kimyasal analiz (XRF) ve XRD örneklerin alındığı lokasyonları

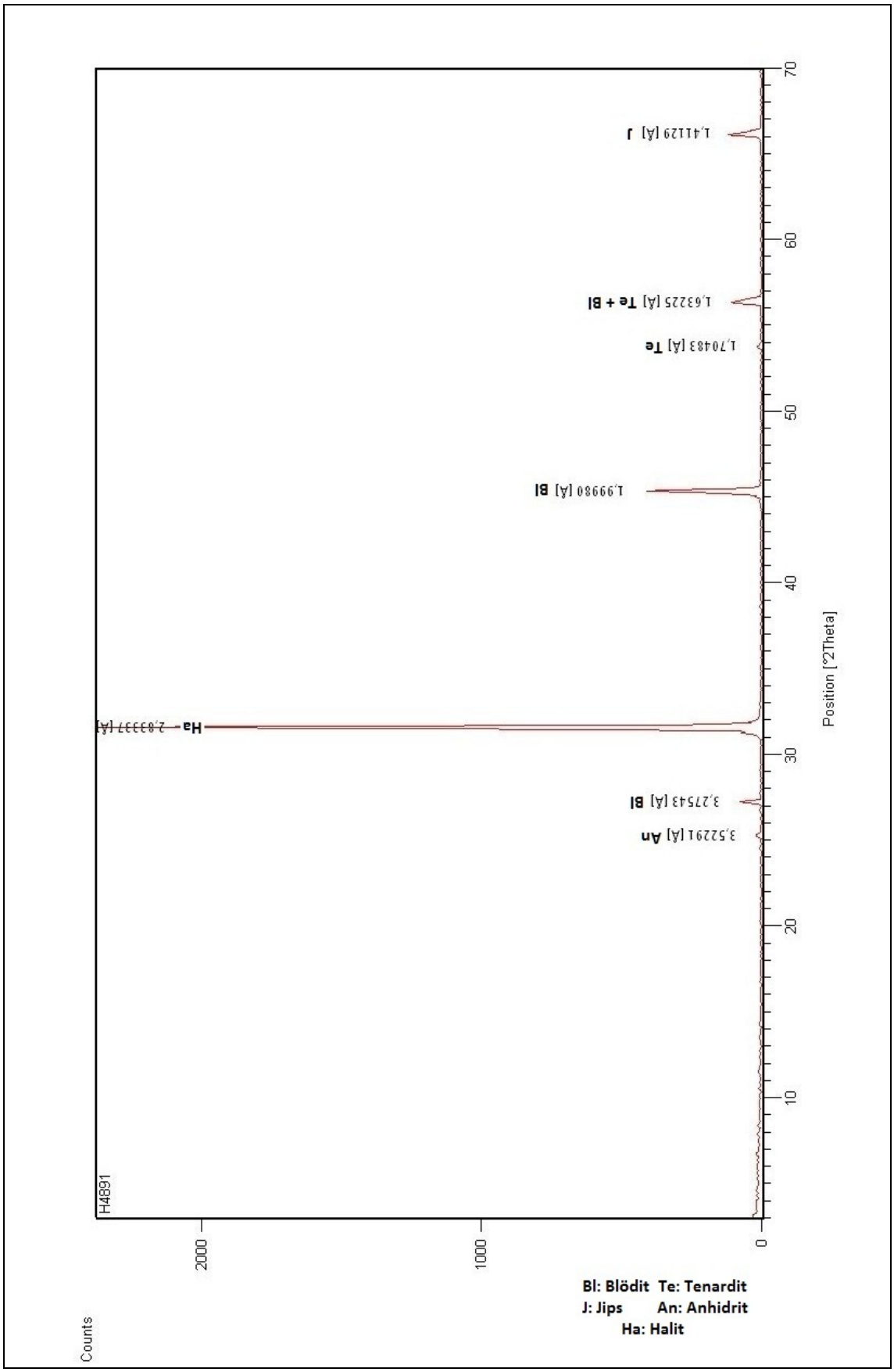
Çalışma kapsamında yapılan tüm kayaç analiz sonucunda bulunan mineral birliktelikleri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Kayaç numunelerinde yapılan XRD analizinde kalsit, blödit, tenardit, jips, halit ve anhidrit minerallerinin olduğu belirlenmiştir. Örneklerin tüm kayaç çözümleme sonuçlarına ait X ışınları grafikleri Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da sunulmaktadır.

Çizelge 4.1 Tüm kayaç mineral analizleri (XRD) sonucunda bulunan mineral birliktelikleri

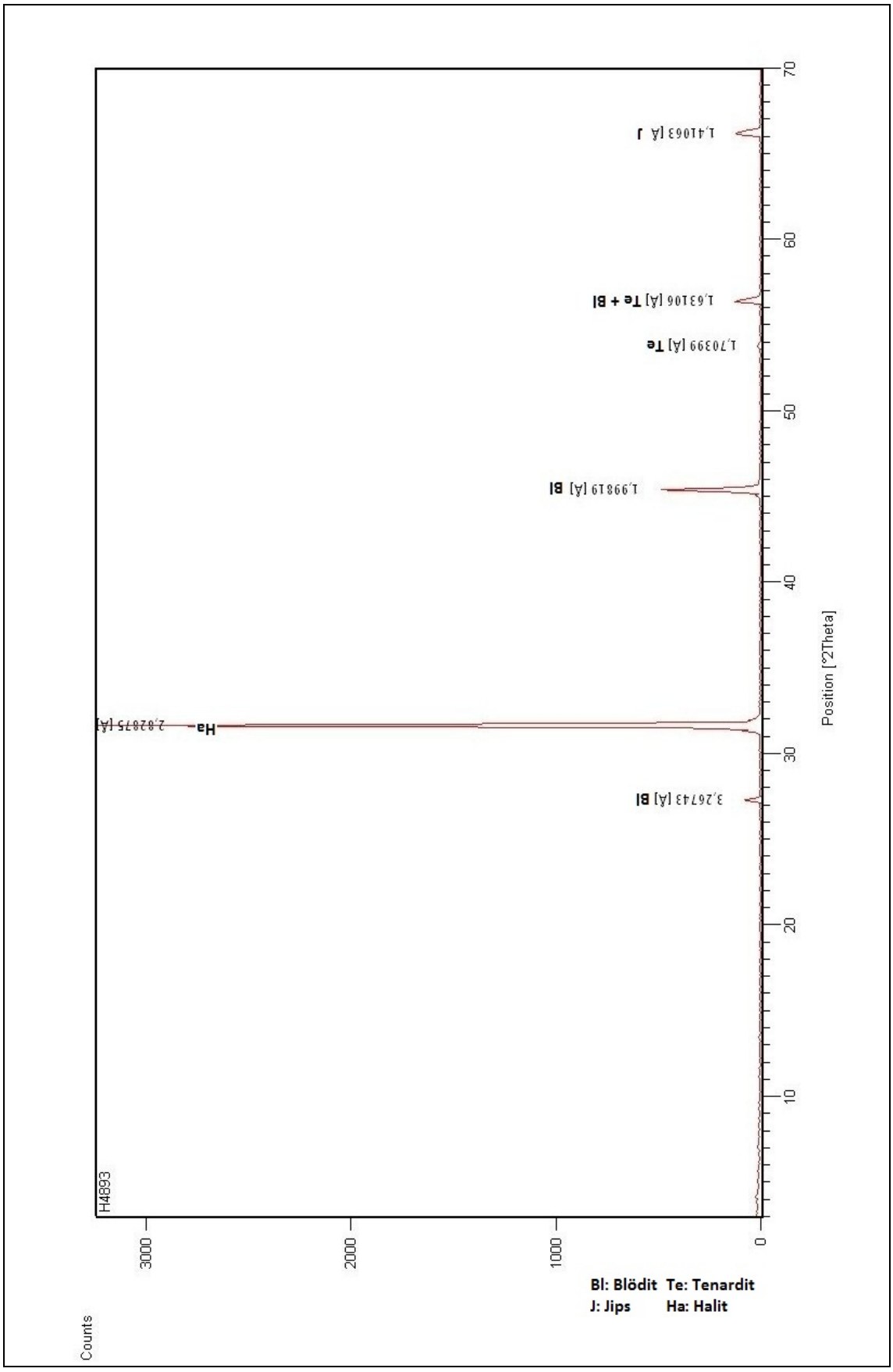
Örnek No	**Halit**	**Blödit**	**Tenardit**	**Jips**	**Anhidrit**	**Kalsit**
B10	X	X	X	X	X	
C18	X	X	X	X		
E13	X	X	X	X		
F10	X	X	X	X		
L18	X	X	X	X		X



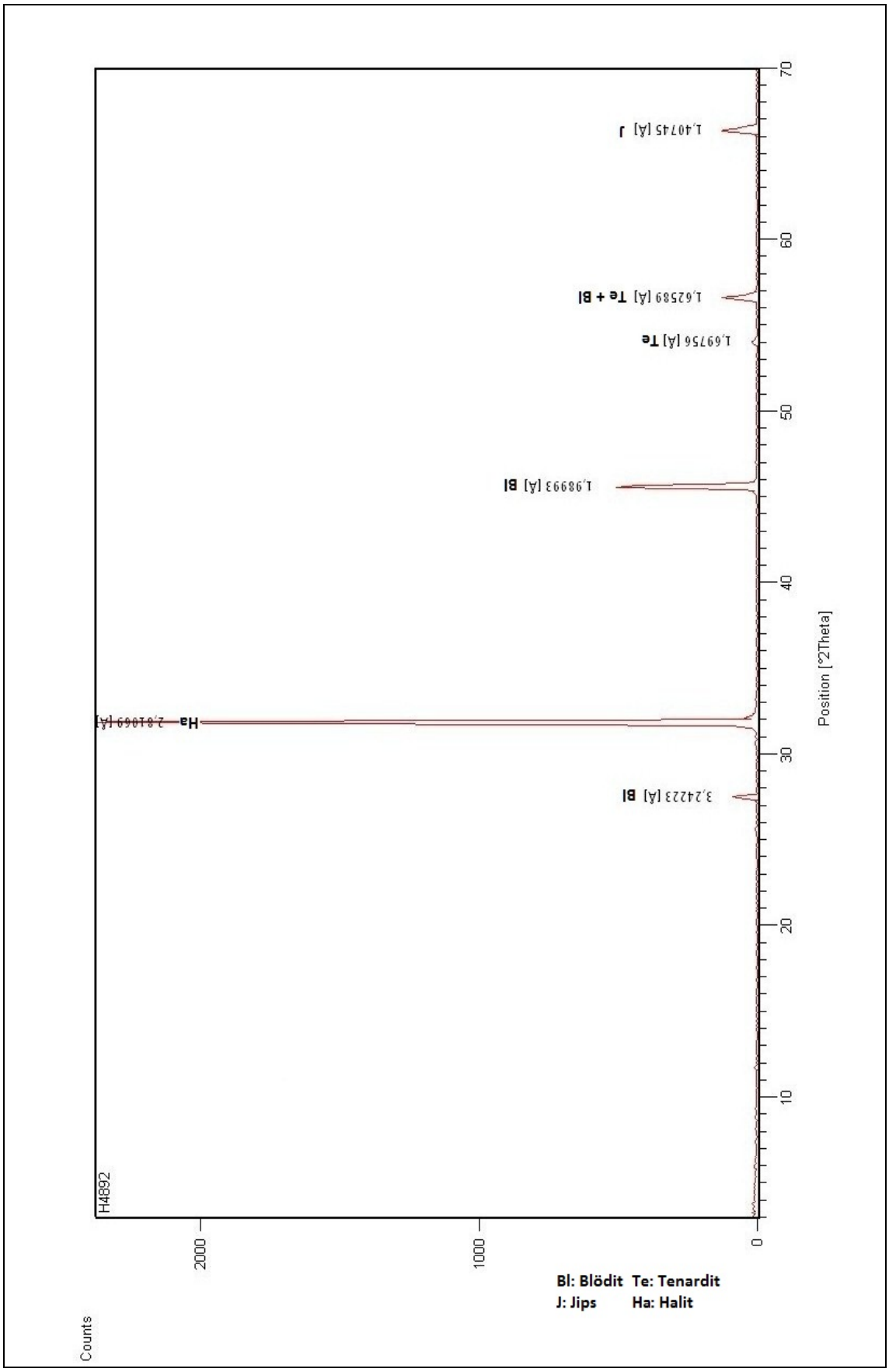
Fotoğraf 4.1 Tüm mineral analizi (XRD) örneklerinin alındığı lokasyonlara ait resimler



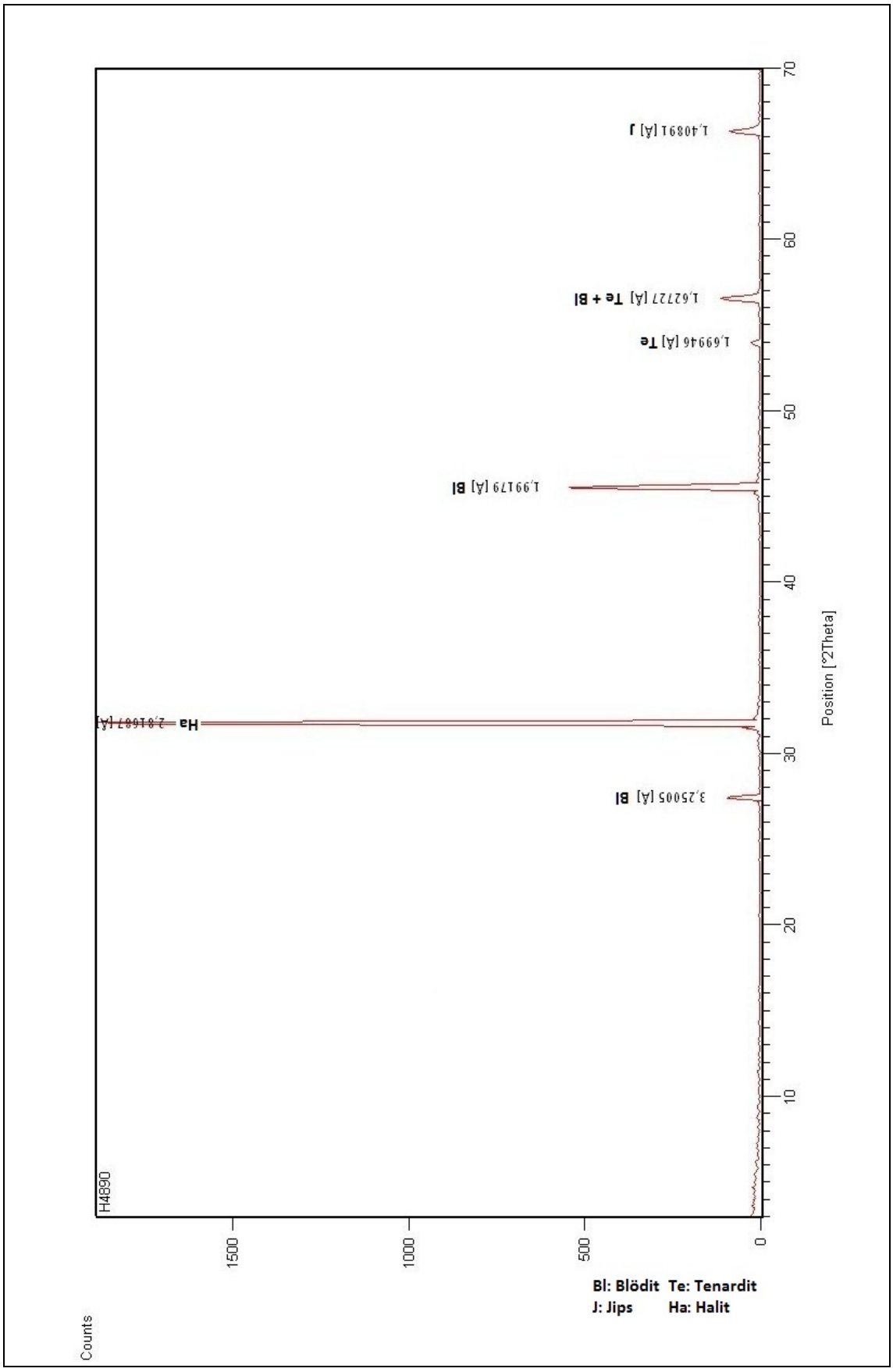
Şekil 4.2 B10 örneğine ait X-ışınları grafiği



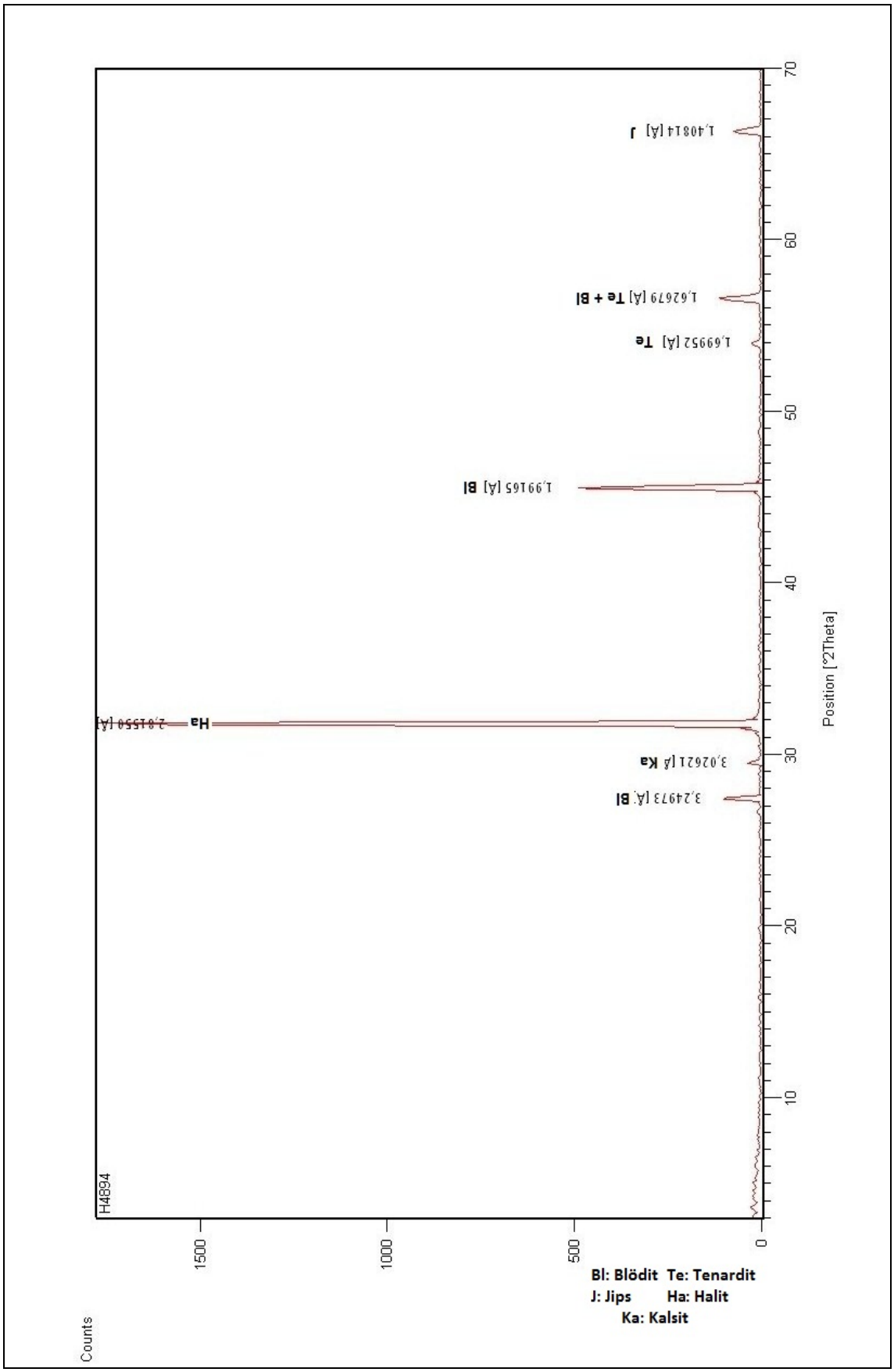
Şekil 4.3 C18 örneğine ait X-ışınları grafiği



Şekil 4.4 E13 örneğine ait X-ışınları grafiği



Şekil 4.5 F10 örneğine ait X-ışınları grafiği



Şekil 4.6 L18 örneğine ait X-ışınları grafiği

4.2 Jeokimyasal Analiz Sonuçları (XRF)

İnceleme alanından alınan 5 örneğin Çizelge 4.2'de sunulan major element analizinden elde edilen sonuçlar arasındaki normal değerlere göre verilmiştir.

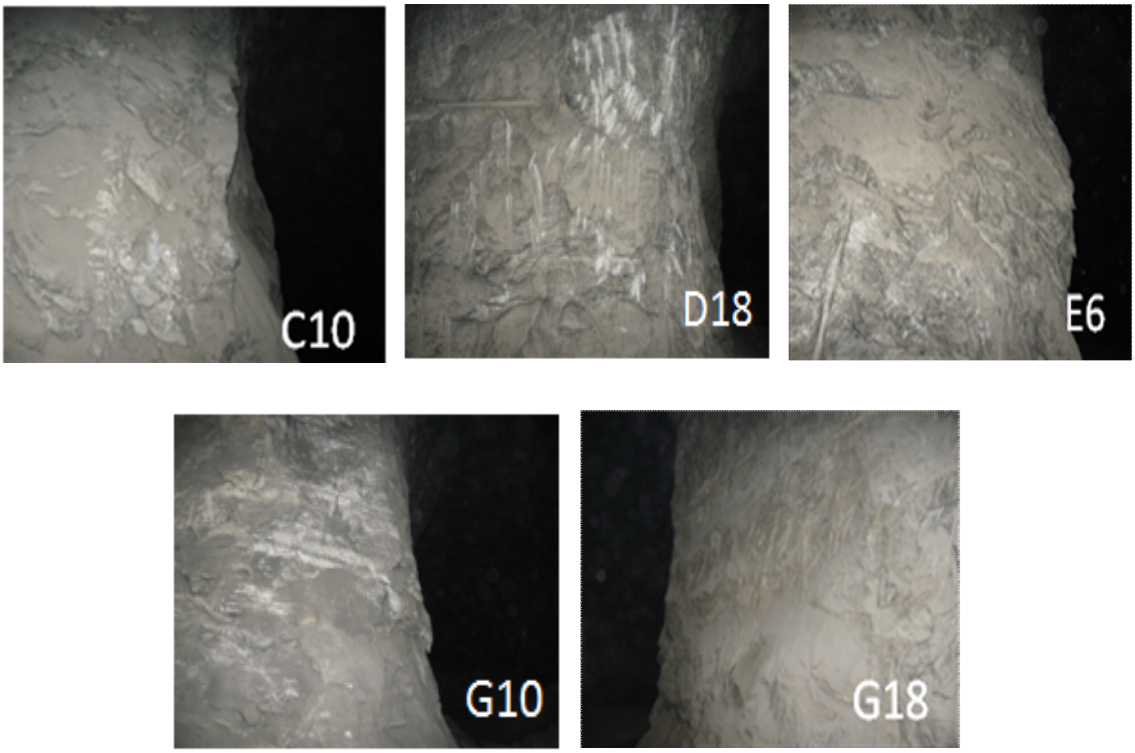
Çizelge 4.2 İncelenen örnekler ait major elemen analizi

Örnek No	Na (%)	Cl (%)
C10	35.5	57.8
D18	37.1	59.6
E6	36.9	59.2
G10	37.8	59.5
G18	35.5	56.5

Çankırı tuz mağarasının galerilerinden alınan 5 numunede yapılan kimyasal analizler (XRF) sonucunda elde edilen ana element oksit değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 İncelenen örnekler ait ana element oksit değerleri

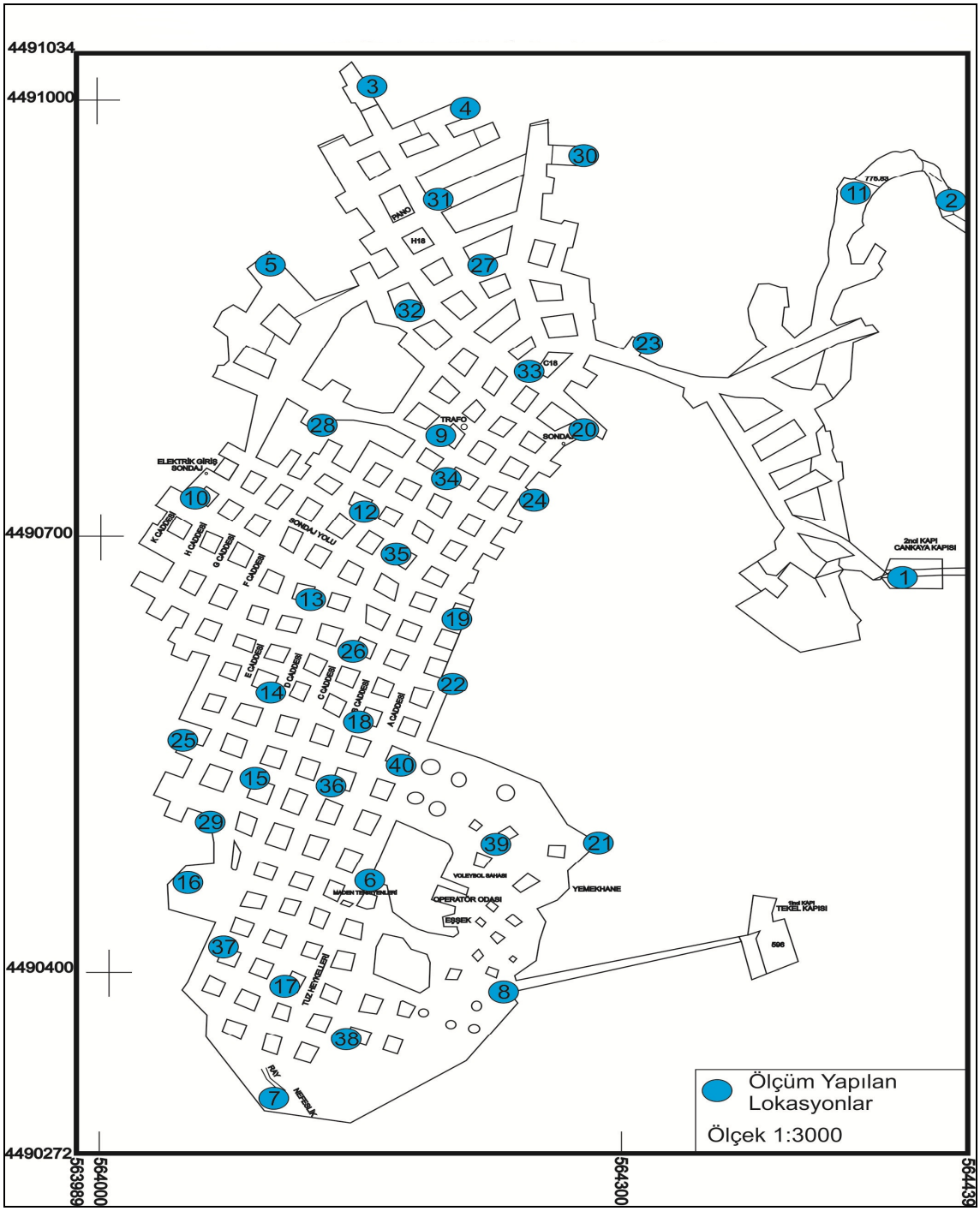
Örnek No	MgO (%)	Al_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	SO_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	A.K (%)
C10	0,3	0,4	1,5	<0.1	0,6	0,2	0,3	3,3
D18	<0,1	0,1	0,2	<0,1	0,1	0,1	<0,1	2,5
E6	0,1	0,2	0,6	<0,1	0,3	0,1	0,2	2,3
G10	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	0,1	0,1	1,9
G18	0,2	0,3	0,9	<0,1	0,3	0,1	0,1	6



Fotoğraf 4.2 Jeokimyasal Analiz (XRF) örneklerinin alındığı lokasyonlara ait resimler

4.3 Tuz Mağarası Galerilerinde Yapılan Ölçümler

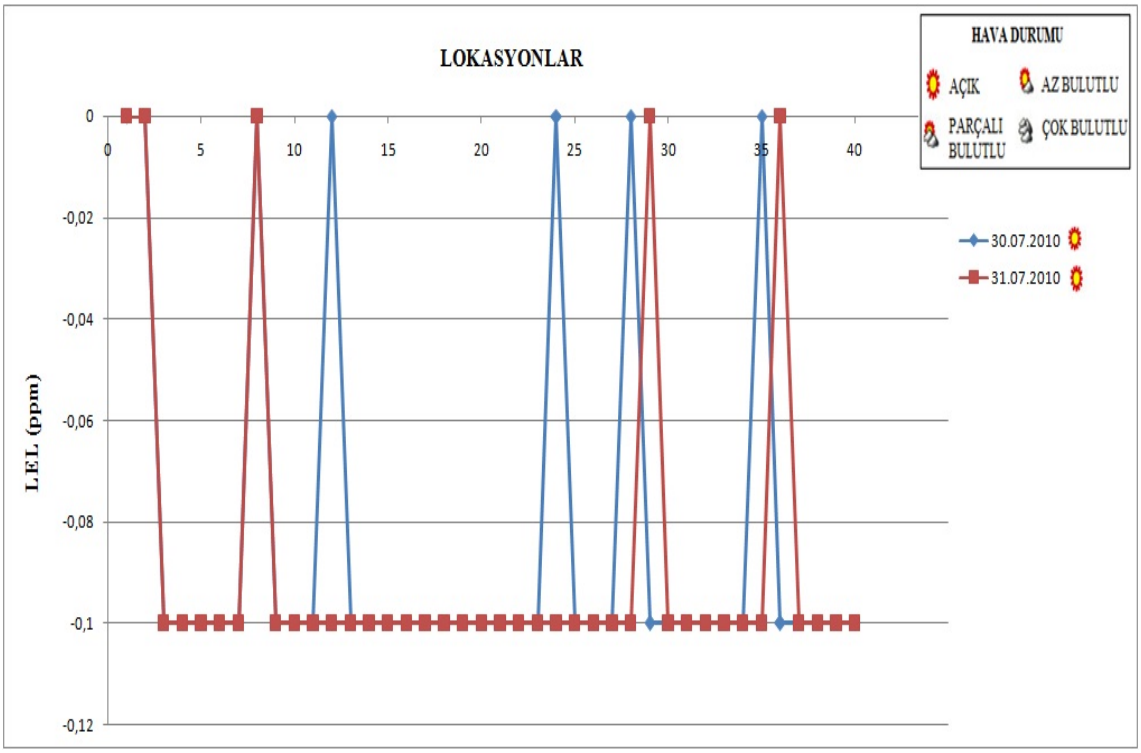
Çankırı tuz mağaralarını tıbbi jeoloji (speleoterapi) açısından değerlendirilmesine yönelik projesi kapsamında tuz mağaraları galerilerinden Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında belirli periyotlarda LEL, CO, O_2, Sıcaklık, Nem ve Hız ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Çankırı tuz mağarası galerilerinde tez kapsamında ölçüm yapılan lokasyonlar

4.3.1 LEL (patlama veya parlayıcı gaz alt sınırı) (ppm) ölçümleri

Yapay tuz mağarasının hava karakterinin görmek için yapılan bu LEL (patlama sınırı ve/veya yanıcı gaz sınırı) ölçümlere ait veri Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında potansiyel olarak ölçülmüştür. Ölçümlerden elde edilen LEL değerlerine ait grafikler Şekil 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11'da sunulmuştur.



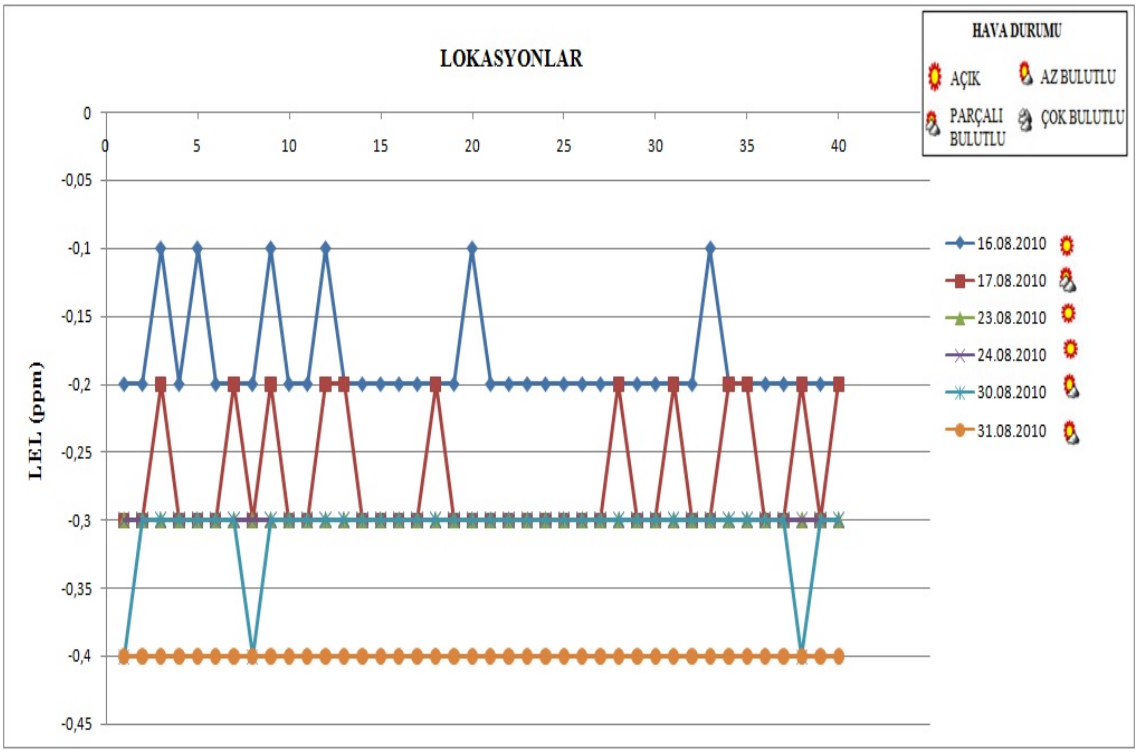
Şekil 4.8 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Temmuz ayında tuz mağaraları galerilerinde 30.07.2010 ve 31.07.2010 tarihlerinde galerilerde belirlenen kırk lokasyonda LEL (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

30.07.2010 tarihinde galerilerde ölçülen LEL değerleri 0-(-0,1) (ppm) arasında değişen değerler yer almaktadır. Bu tarihte ölçümü yapılan LEL değerlerinin ortalaması -0.082 (ppm)'dir.

31.07.2010 tarihinde ölçülen LEL değerleri 0–(-0,1) (ppm) arasında değerler görülmektedir. Galeride ölçümü yapılan LEL değerlerinin ortalaması ise -0,087 (ppm) olarak tespit edilmiştir.

Temmuz ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama LEL değerlerinde bir azalma göstermektedir. Bu iki ölçümden Temmuz ayına ait ortalama LEL değeri -0,084 (ppm) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.9 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik

Ağustos ayında çalışma kapsamında 16.08.2010, 17.08.2010, 23.08.2010, 24.08.2010, 30.08.2010 ve 31.08.2010 tarihlerinde tuz mağarası galerilerinde belirlenen kırk lokasyonda LEL (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

16.08.2010 tarihinde galerilerde yapılan ölçümler neticesinde elde edilen LEL değerleri (-0,1)-(-0,2) (ppm) arasında değişen değerler almaktadır. Galerilerde yapılan ölçümler neticesinden ortalama LEL değeri -0,185 (ppm) olarak tespit edilmiştir.

17.08.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL değerleri (-0,2)-(-0,3) (ppm) arasında değişen değerler almaktadır. Bu ölçümlerden belirlenen ortalama LEL değeri -0,27'dir.

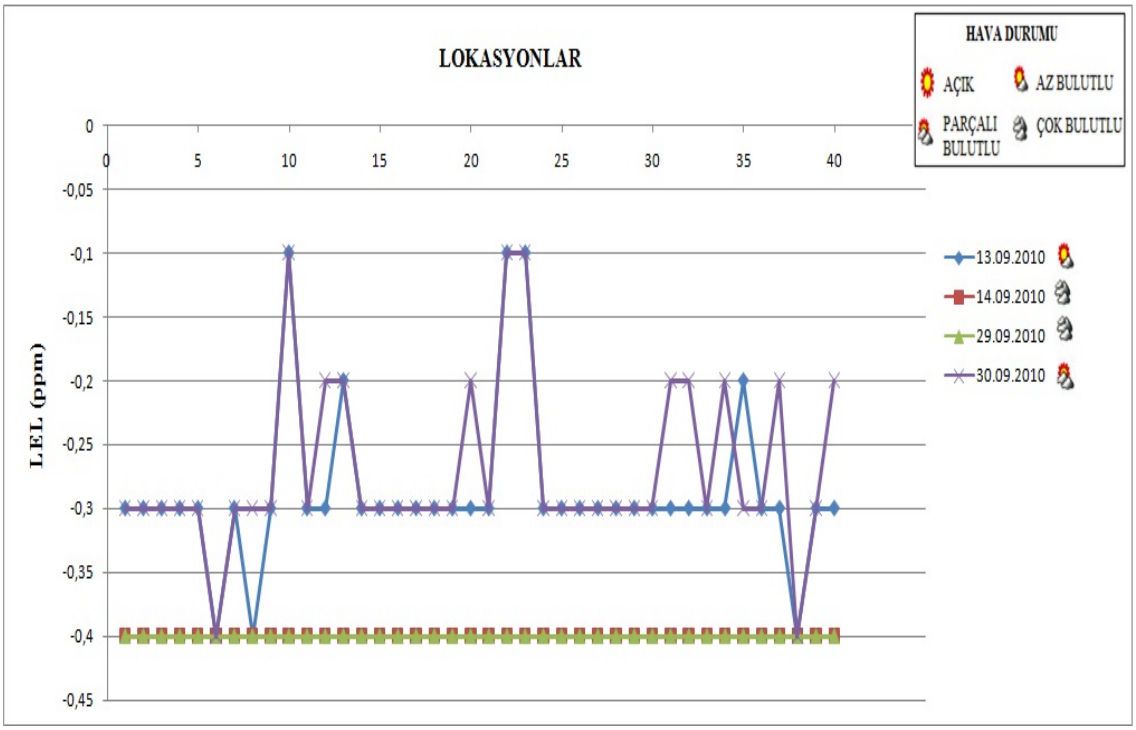
23.08.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde LEL değerleri galerideki lokasyonların tamamında -0,3 (ppm) değerini aldığı gözlemlenmiştir.

24.08.2010 tarihinde galerilerde yapılan ölçümlerde LEL değerleri galerideki lokasyonların tamamında -0,3 (ppm) değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

30.08.2010 tarihinde galeriler içinde yapılan ölçümlerde LEL değerleri (-0,3)-(-0,4) (ppm) arasında değerler almaktadır. Ölçümler neticesinde belirlenen ortalama LEL değeri -0,307 (ppm)'dir.

31.08.2010 tarihinde Ağustos ayında yapılan son ölçümlerde LEL değeri galerideki lokasyonların tamamında -0,4 (ppm) değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ağustos ayında yapılan altı ölçümden elde edilen ortalama LEL değerlerinde genellikle bir azalma göstermektedir. Bu ölçümlerden Ağustos ayına ait ortalama LEL değeri -0,293 (ppm) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Eylül ayında 13.09.2010, 14.09.2010, 29.09.2010 ve 30.09.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda LEL (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

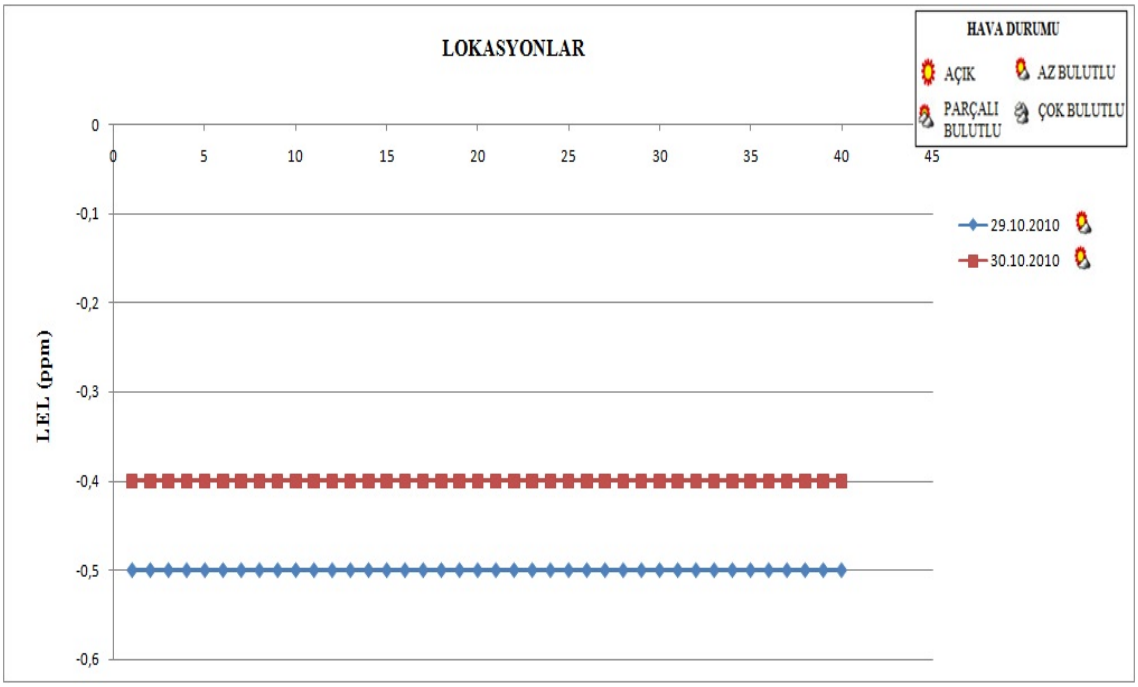
13.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan LEL ölçüm değerleri (-0,1)-(-0,4) (ppm) arasında değerler almaktadır. Galeride ölçülen ortalama LEL değeri -0,287 (ppm)' dir.

14.09.2010 tarihinde ölçümlerde LEL çalışma alanındaki lokasyonların tamamında sadece -0,4 (ppm) değerine sahip olduğu ölçümlerle tespit edilmiştir.

29.09.3010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde LEL değeri galerideki lokasyonların tamamında -0,4 (ppm) değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

30.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerden elde edilen LEL değerleri (-0,1)-(-0,4) (ppm) arasında değişen değerler almıştır. Ölçümlerden elde edilen ortalama LEL değeri ise -0,27 (ppm)'dir.

Eylül ayında yapılan dört ölçümden elde edilen ortalama LEL değerlerinde bir miktar azalma göstermekle beraber son ölçüm bu genellemeyi bozmaktadır. Yapılan son ölçümün galeride patlama sonrası ölçüm yapılmasından kaynaklanan bir artış gözlenmiştir. Eylül ayına ait ortalama LEL değeri -0,339 (ppm) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.11 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen LEL (ppm) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Ekim ayında 29.10.2010 ve 30.10.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda LEL (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

29.10.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde LEL değeri galerideki lokasyonların tamamında -0,5 (ppm) değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

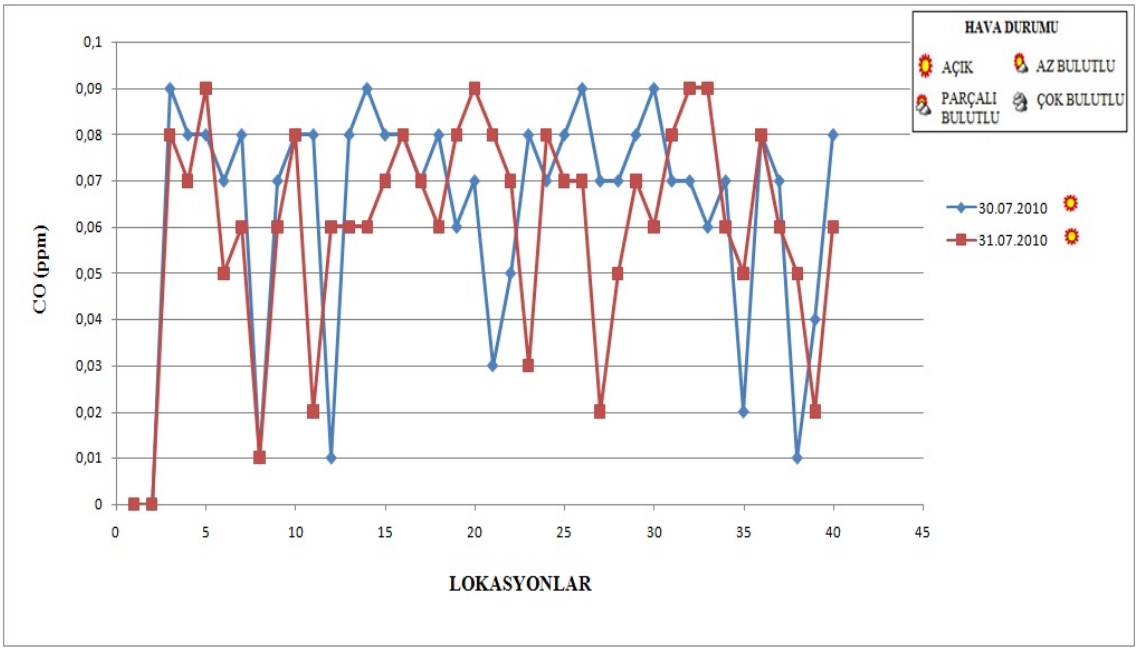
30.10.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde elde edilen LEL değerleri çalışma alanındaki lokasyonların tamamında -0,4 (ppm) değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ekim ayında yapılan iki ölçüden elde edilen ortalama LEL değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmiştir. Yapılan ölçümlerde Ekim ayına ait ortalama LEL değeri 0,45 (ppm) olarak belirlenmiştir.

Normal koşullarda CO ait patlama veya parlayıcı gaz alt sınırı 120000-700000 (ppm) ve O_2 ait patlama veya parlayıcı gaz alt sınırı ise % 30 olduğu bilindiğinden tuz mağarası galerilerinde yaptığımız ölçümlerde CO gazı 0,02-0,064 (ppm) ve O_2 gazı ise %20,754-20,946 arasında değerler aldığı yapılan ölçümlerde tespit edilmiştir. Tuz mağarası galerilerde ölçümü yapılan CO, O_2 gazlarına ait patlama veya parlayıcı gaz alt sınırı değerlerinden küçük değerler ölçümler neticesinde belirlendiğinden bu sonuçlardan hareketle yapay tuz mağaralarında herhangi bir patlama veya yangın riski bulunmamaktadır.

4.3.2 CO (ppm) ölçümleri

Tez çalışması kapsamında Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan periyodik ölçümlerden elde edilen CO değerlerine ait grafikler Şekil 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15'de sunulmuştur.



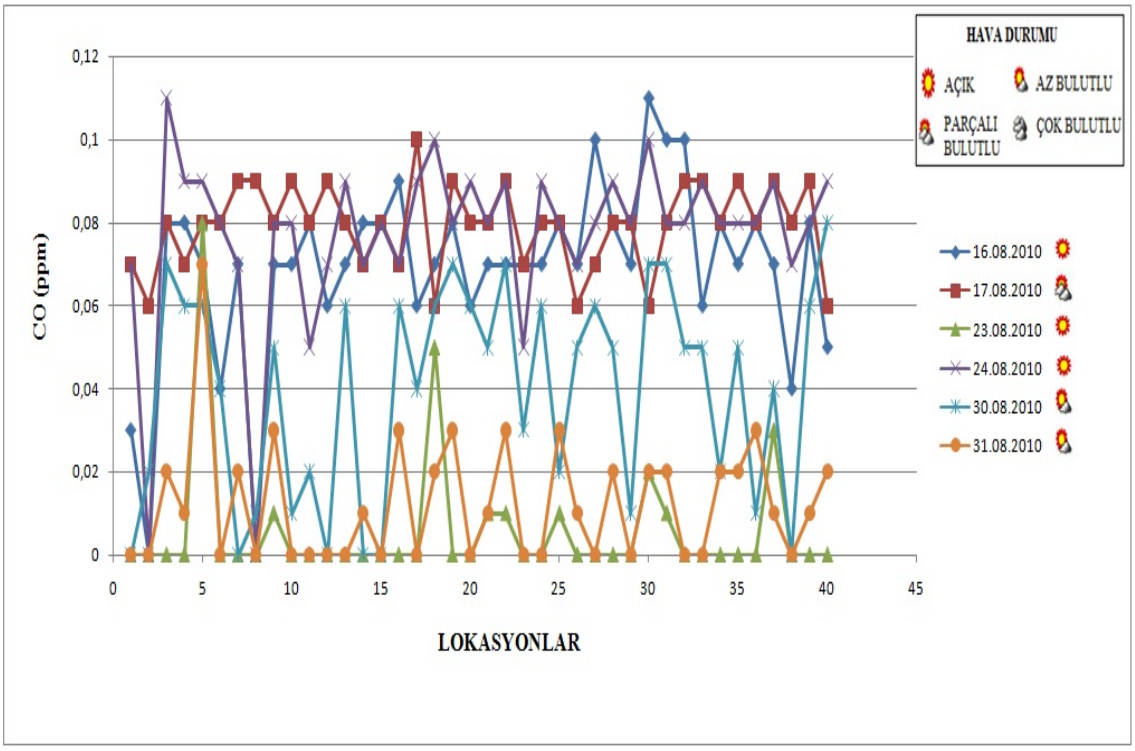
Şekil 4.12 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında temmuz ayında tuz mağaraları galerilerinde 30.07.2010 ve 31.07.2010 tarihlerinde galerilerde belirlenen kırk lokasyonda CO (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

30.07.2010 tarihinde galerilerde ölçülen CO değerleri 0,09-0,01 (ppm) arasında değişen değerler yer almaktadır. Bu tarihte yapılan ölçümler neticesinde ortalama CO değeri 0,063 (ppm) olarak tespit edilmiştir.

31.07.2010 tarihinde galerilerde ölçülen CO değerleri 0-0,9 (ppm) arasında değişen değerler almaktadır. Yapılan ölçümler neticesinde galeride ortalama CO değeri 0,059 (ppm) olarak belirlenmiştir.

Temmuz ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama CO değerlerinde bir miktar azalma görülmüştür. Temmuz ayına ait ortalama CO değeri 0,061 (ppm) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.13 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik

Ağustos ayında çalışma kapsamında 16.08.2010, 17.08.2010, 23.08.2010, 24.08.2010, 30.08.2010 ve 31.08.2010 tarihlerinde tuz mağarası galerilerinde belirlenen kırk lokasyonda CO (ppm) ölçüleri yapılmıştır.

16.08.2010 tarihinde proje kapsamında tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler neticesinde elde edilen CO değerleri 0-0,11 (ppm) arasında değişen değerler yer almaktadır. Yapılan ölçümlerde ortalama CO değeri 0,069 (ppm) olarak belirlenmiştir.

17.08.2010 tarihinde galerilerde ölçülen CO değerleri 0,1-0,06 (ppm) arasında değişim göstermektedir. Bu ölçümlerden belirlenen ortalama CO değeri 0,079 (ppm) olarak belirlenmiştir.

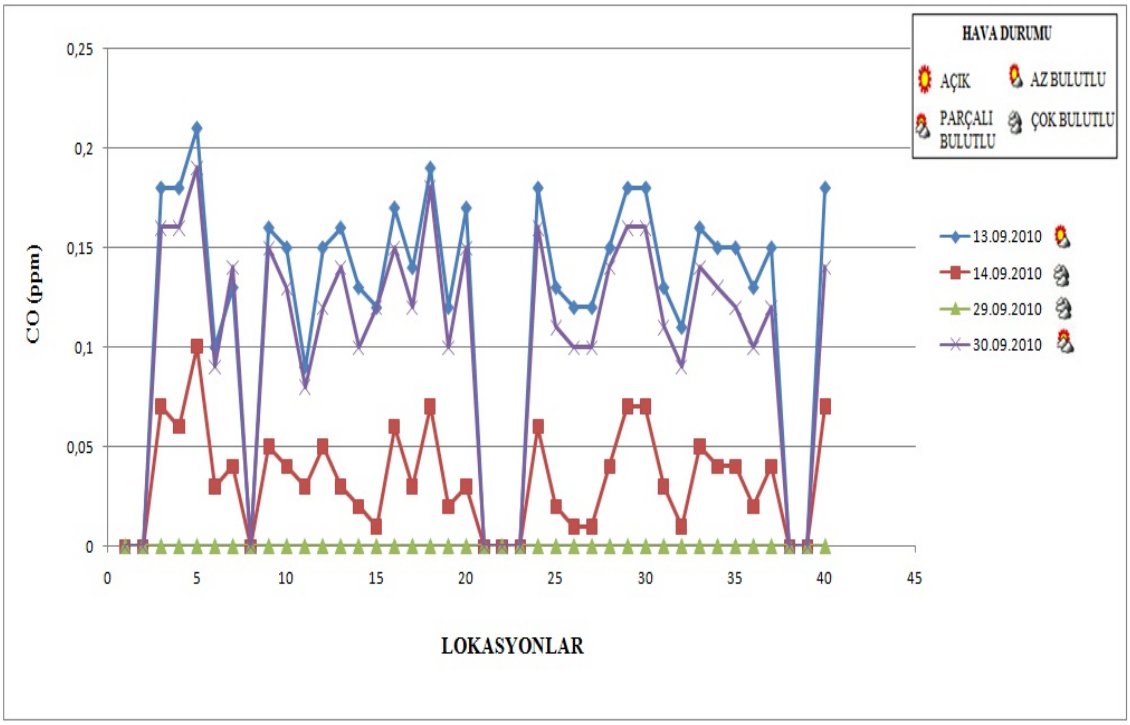
23.08.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde CO değerleri 0-0,08 (ppm) arasında değişen değerler almakta olup ölçümlerden elde edilen ortalama CO değeri 0,005 (ppm)'dir.

24.08.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde CO değerleri 0-0,11 (ppm) arasında değişen değerler almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama CO değeri ise 0,077 (ppm)'dir.

30.08.2010 tarihinde galerilerde yapılan CO ölçüm değerleri 0-0,08 (ppm) arasında değişmektedir. Ölçümlerden elde edilen ortalama CO değeri 0,039 (ppm)'dir

31.08.2010 tarihinde proje kapsamında yapılan ölçümlerde CO değerleri 0-0,07 (ppm) arasında değişen değerler yer almakta olup bu değerlerden elde edilen ortalama CO değeri 0,012 (ppm)'dir.

Ağustos ayında yapılan altı ölçümden elde edilen ortalama CO değerlerinde dalgalanma göstermektedir. Ağustos ayına ait ortalama CO değeri 0,046 (ppm) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.14 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında eylül ayında 13.09.2010, 14.09.2010, 29.09.2010 ve 30.09.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda CO (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

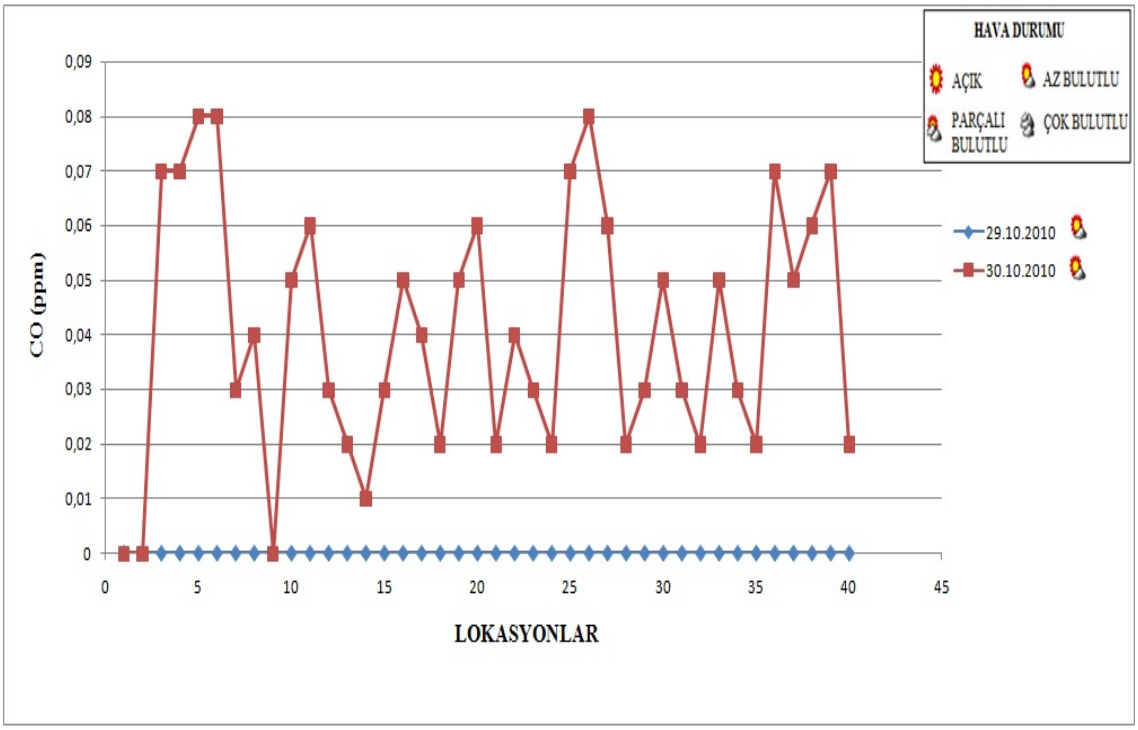
13.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan CO ölçüm değerleri 0-0,21 (ppm) arasında değerler almaktadır. Galeride ölçülen ortalama CO değeri 0,119 (ppm)'dir.

14.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde çalışma alanının CO değerleri 0-0,1 (ppm) arasında değişen değerler almıştır. Bu değerlerden elde edilen ortalama CO değeri 0,033 (ppm)'dir.

29.09.3010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde CO değeri galerideki lokasyonların tamamında 0 (ppm) değerini aldığı gözlemlenmiştir.

30.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerden elde edilen CO değerleri 0-0,19 (ppm) arasında değerler almıştır. Ölçümlerden elde edilen ortalama CO değeri ise 0,104 (ppm)'dir.

Eylül ayında yapılan dört ölçümden elde edilen ortalama CO değerlerinde dalgalanma göstermektedir. Eylül ayına ait ortalama CO değeri 0,64 (ppm) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.15 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO (ppm) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Ekim ayında 29.10.2010 ve 30.10.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda CO (ppm) ölçümleri yapılmıştır.

29.10.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan CO ölçümlerinde galerideki lokasyonların tamamında sadece 0 (ppm) değerini aldığı belirlenmiştir.

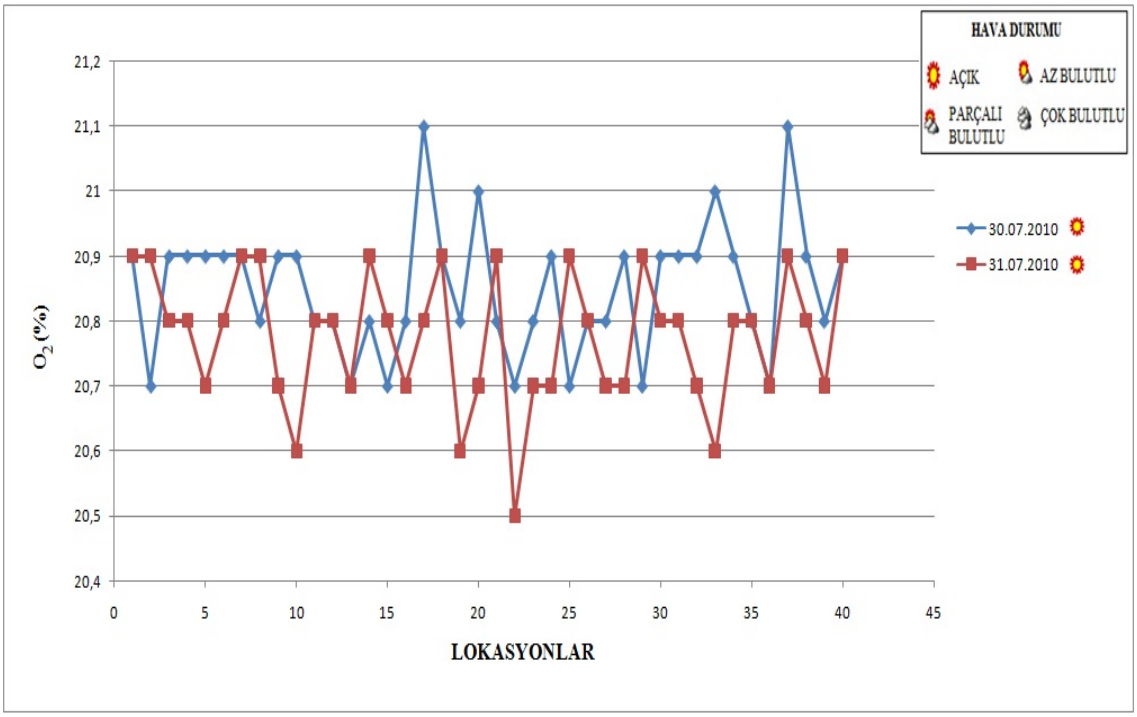
30.10.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde elde edilen CO değerleri 0-0,08 (ppm) arasında değer almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama CO değeri 0,04 (ppm) olarak belirlenmiştir.

Ekim ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama CO değerlerinde bir miktar artış göstermektedir. Ekim ayına ait ortalama CO değeri 0,02 (ppm) olarak belirlenmiştir.

Normal koşularda atmosferdeki CO miktarı 0,01-0,2 (ppm) arasında değerde bulunduğu bilindiğine göre tuz mağarasında yapılan CO ölçümlerinde 0,02-0,064 (ppm) arasında değerler aldığı ölçümler neticesinde belirlendiğinden ayrıca insan sağlığı açısından tehlike arzeden CO miktarı 50 (ppm) olduğundan tuz mağarası galerilerinde ölçülen CO miktarı atmosferde bulunan CO değerleri arasında bulunduğunda galerilerde bulunan CO gazının insan sağlığı açısından tehlike arzetmediği ölçümler neticesinde belirlenmiştir.

4.3.3 O_2 (%) ölçümleri

Tez kapsamında Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan periyodik ölçümlerden elde edilen O_2 değerlerine ait grafikler Şekil 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19'de verilmiştir.



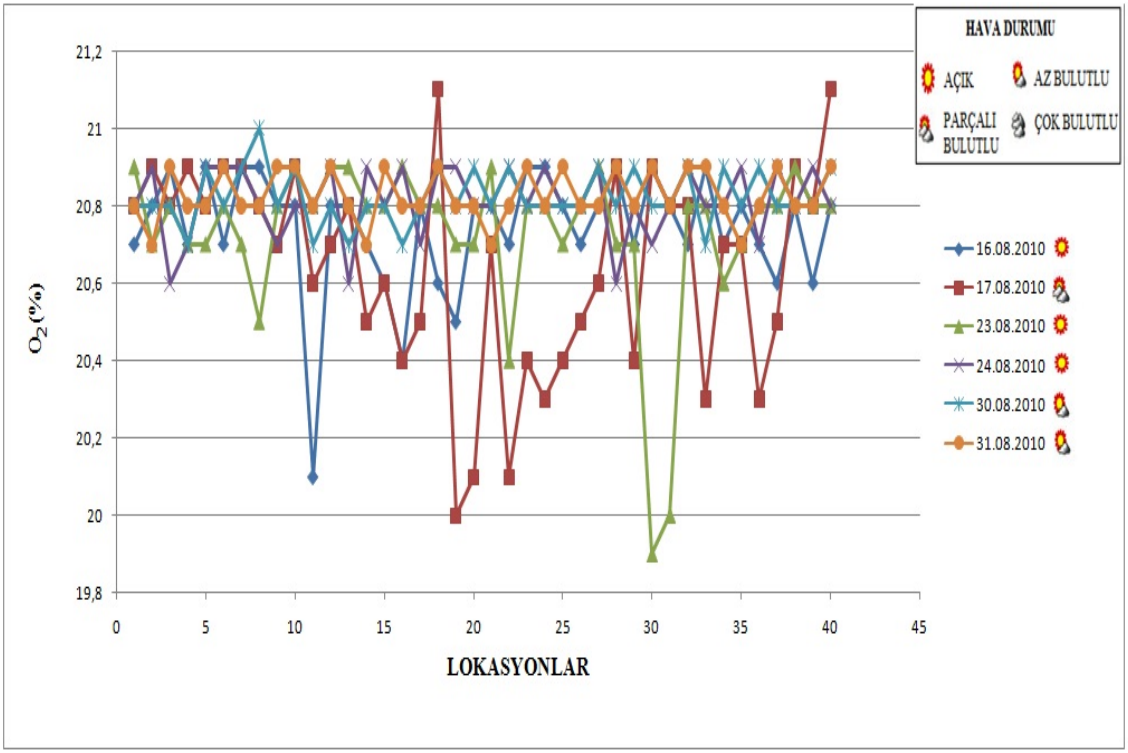
Şekil 4.16 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında temmuz ayında tuz mağaraları galerilerinde 30.07.2010 ve 31.07.2010 tarihlerinde galerilerde belirlenen kırk lokasyonda O_2 (%) ölçümleri yapılmıştır.

30.07.2010 tarihinde galerilerde ölçülen O_2 20,7-21,1 (%) arasında değişen değerler yer almaktadır. Bu tarihte yapılan ölçümler neticesinde ortalama O_2 değeri 20,85 (%) olarak tespit edilmiştir.

31.07.2010 tarihinde galerilerde ölçülen O_2 20,5-20,9 (%) arasında değişen değerler almaktadır. Yapılan ölçümler neticesinde galeride ortalama O_2 değeri 20,775 (%)'dur.

Temmuz ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama O_2 değerlerinde bir miktar azalma göstermektedir. Yapılan ölçümlerden Temmuz ayına ait ortalama O_2 değeri 20,812 (%) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.17 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik

Ağustos ayında proje kapsamında 16.08.2010, 17.08.2010, 23.08.2010, 24.08.2010, 30.08.2010 ve 31.08.2010 tarihlerinde tuz mağarası galerilerinde belirlenen kırk lokasyonda O_2 (%) ölçüleri yapılmıştır.

16.08.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler neticesinde O_2 değerleri 20,1-20,9 (%) arasında değişen değerler almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama O_2 değeri 20,742 (%) belirlenmiştir.

17.08.2010 tarihinde galeride yapılan ölçümlerde O_2 değerleri 20-21,1 (%) arasında değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen verilere göre ortalama O_2 değeri 20,645 (%) olarak tespit edilmiştir.

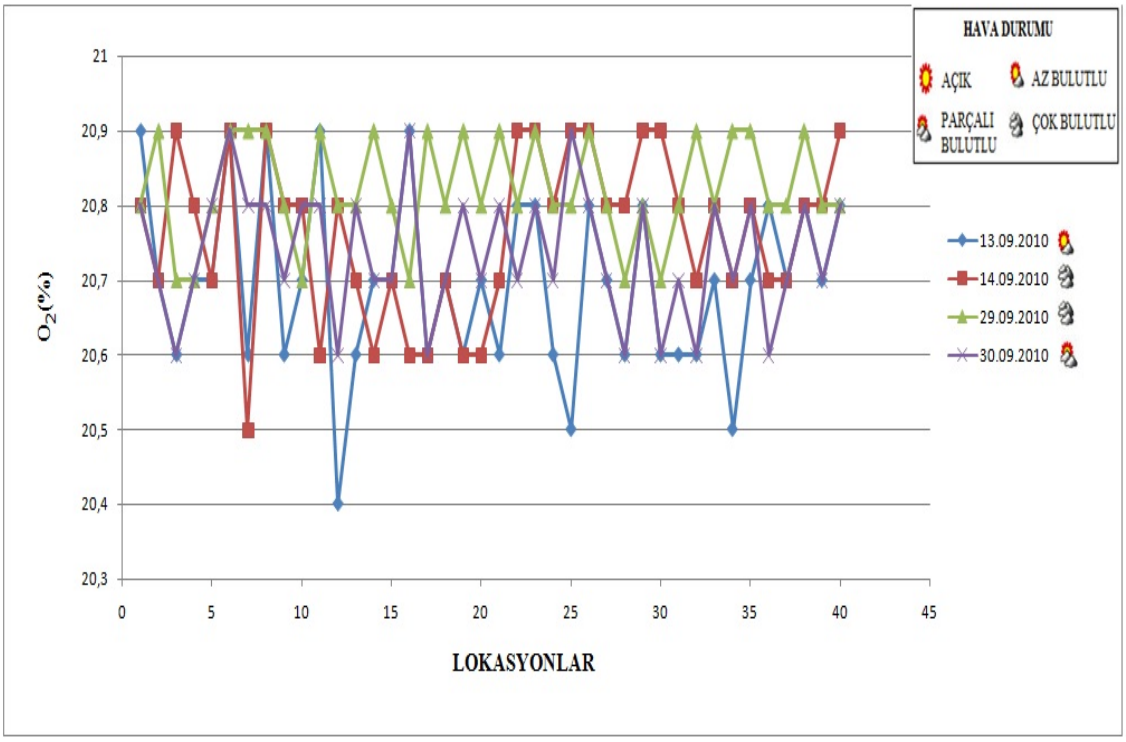
23.08.2010 tarihinde proje kapsamında yapılan ölçümlerde O_2 değerleri 19,9-20,9 (%) arasında değişmekte olup bu verilerden elde edilen ortalama O_2 değeri ise 20,73 (%)'tür.

24.08.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 değerleri 20,6-20,9 (%) arasında değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen ortalama O_2 değeri 20,812 (%)'dir.

30.08.2010 tarihinde yapılan çalışmada ölçülen O_2 değerleri 20,7-21 (%) arasında değerler almaktadır. Bu değerlerden ortalama O_2 değerleri 20,822 (%) olarak belirlenmiştir.

31.08.2010 tarihinde ölçümlerde O_2 değerleri 20,7-20,9 (%) arasında değişim göstermektedir. Bu ölçümlerden ortalama O_2 değerleri 20,827 (%) olarak belirlenmiştir.

Ağustos ayında yapılan altı ölçümden elde edilen ortalama O_2 değerlerinde dalgalanma gözlemlenmekle birlikte son iki ölçümde en yüksek O_2 değeri ölçülmüştür. Ağustos ayına ait ortalama O_2 değeri 20,763 (%) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.18 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Eylül ayında 13.09.2010, 14.09.2010, 29.09.2010 ve 30.09.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda O_2 (%) ölçümleri yapılmıştır.

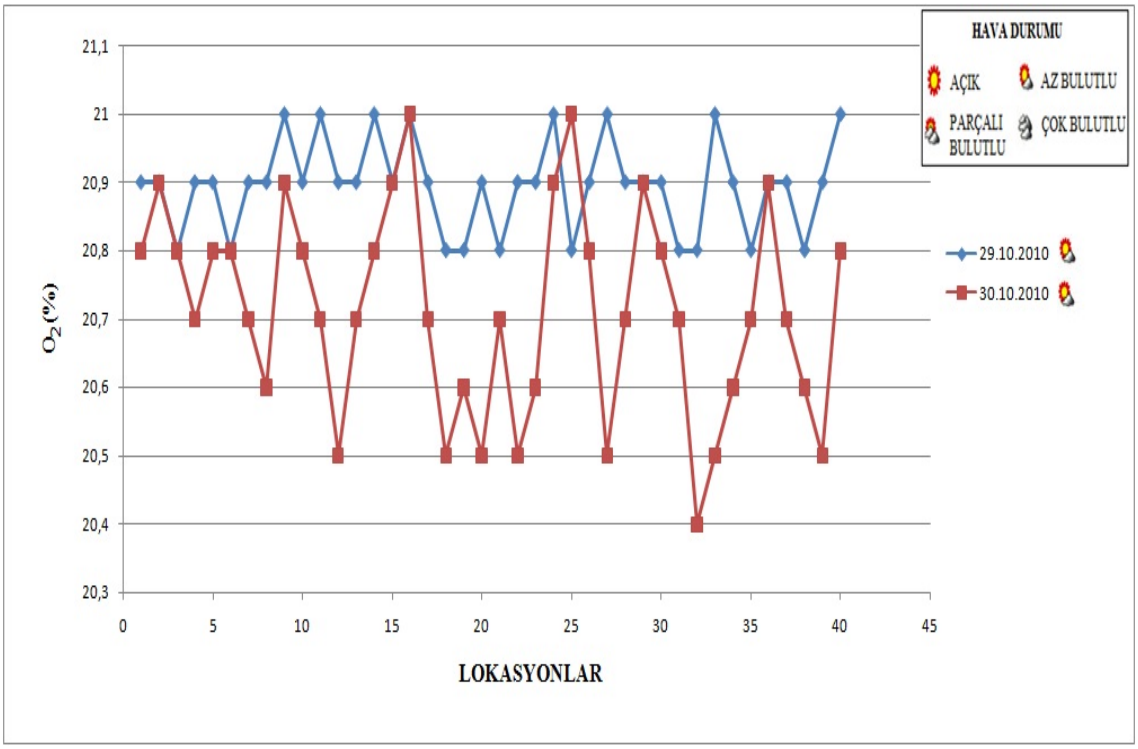
13.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan O_2 ölçüm değerleri 20,4-20,9 (%) arasında değerler almaktadır. Galeride ölçülen ortalama O_2 değeri 20,695 (%)'dir.

14.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde çalışma alanının O_2 değerleri 20,5-20,9 (%) arasında değişen değerler ölçülmüştür. Bu değerlerden elde edilen ortalama O_2 değeri 20,762 (%)'dir.

29.09.3010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde O_2 değerleri 20,7-20,9 (%) arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir. Ölçümden elde edilen ortalama O_2 değeri 20,822 (%) tespit edilmiştir.

30.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerden elde edilen O_2 değerleri 20,6-20,9 (%) arasında değerler almıştır. Ölçümlerden elde edilen ortalama O_2 değeri ise 20,737(%)'dir.

Eylül ayında yapılan dört ölçümden elde edilen ortalama O_2 değerlerinde dalgalanma göstermektedir. Eylül ayına ait ortalama O_2 değeri 20,754 (%) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.19 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen O_2 (%) değerlerine ait grafik

Ekim ayında çalışma kapsamında 29.10.2010 ve 30.10.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda O_2 (%) ölçümleri yapılmıştır.

29.10.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan O_2 ölçümlerinde 20,8-21 (%) arasında değişen değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen O_2 değeri 20,895 (%)'dir.

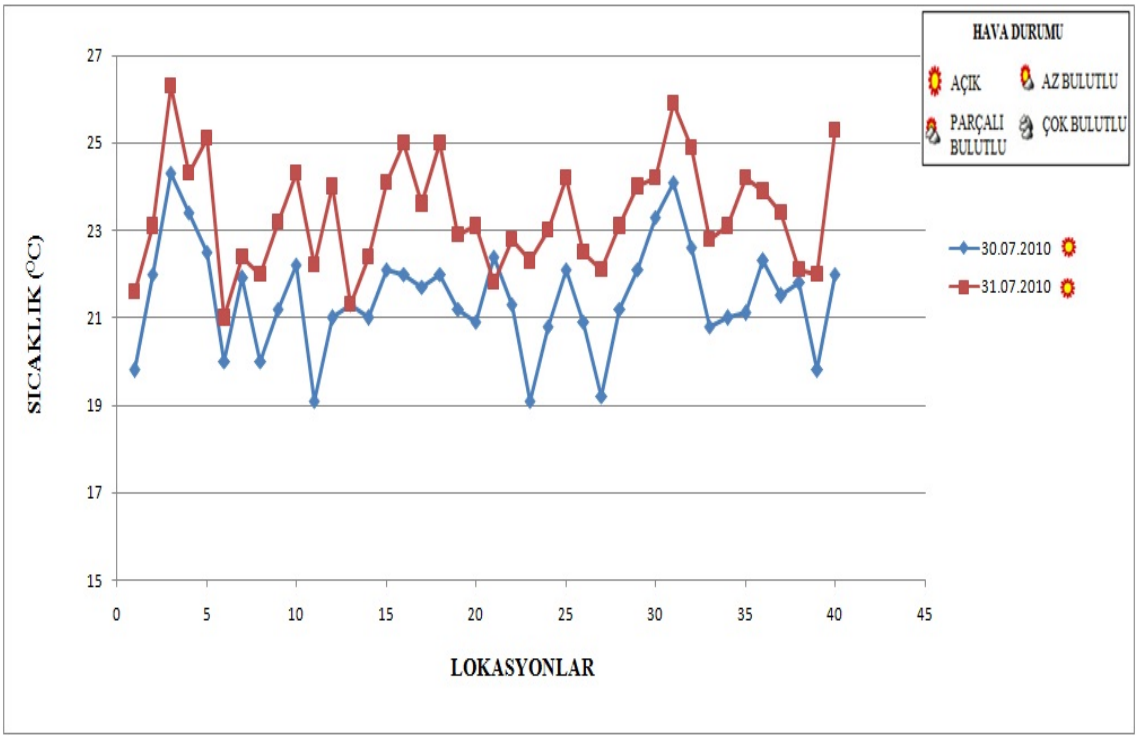
30.10.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde elde edilen O_2 değerleri 20,4-21 (%) arasında değer almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama O_2 değeri ise 20,712 (%) olarak belirlenmiştir.

Ekim ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama O_2 değerlerinde bir miktar artış göstermiştir. Ekim ayına ait ortalama O_2 değeri 20,728 (%) olarak belirlenmiştir.

Tuz mağarasında yapmış olduğumuz ölçümler neticesine de O_2 20,754-20,946 (%) arasında değerler almaktadır. Atmosferde bulunan O_2 miktarı 20,946 (%) bilindiğinden tuz mağarası galerilerinde ölçümler neticesinde belirlenen O_2 miktarı atmosferdeki O_2 miktarına çok yakın ve eşit olduğu ve tuz mağarasında O_2 miktarının bakımından herhangi bir tehlike belirtmediği saptanmıştır.

4.3.4 Sıcaklık (^{0}C) ölçümleri

Tez kapsamında Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan periyodik ölçümlerden elde edilen sıcaklık değerlerine ait grafikler Şekil 4.20, 4.21, 4.22 ve 4.23'de verilmiştir.



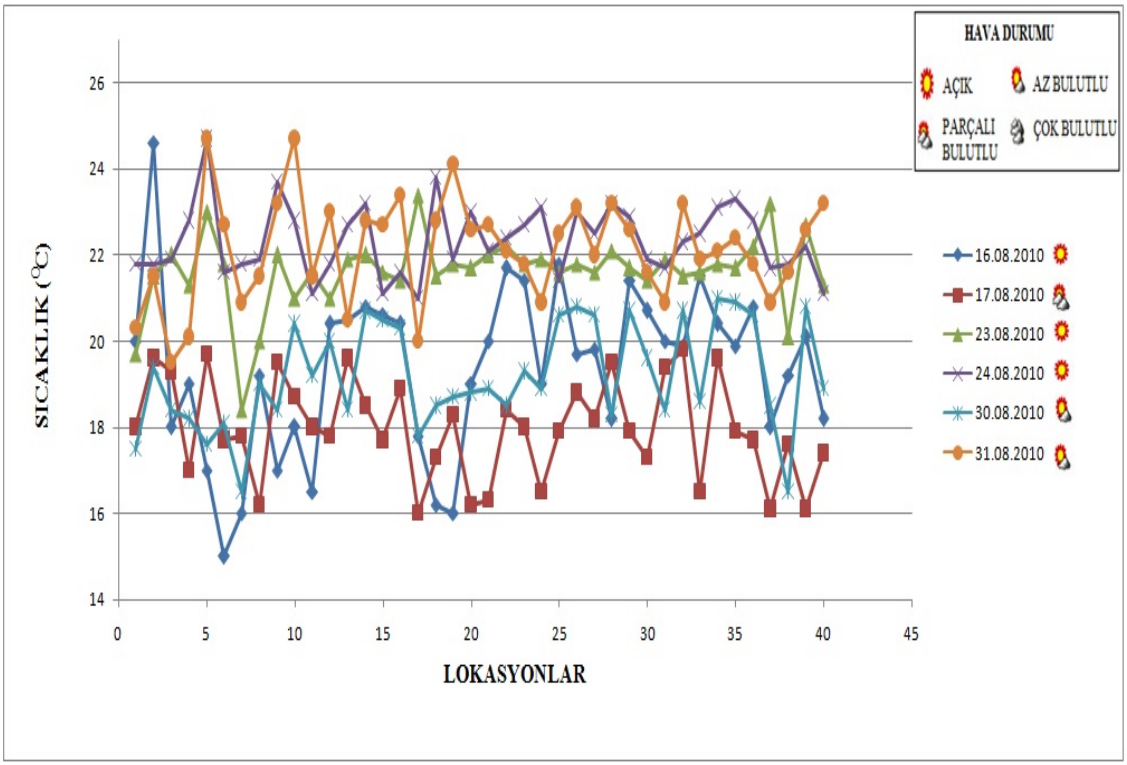
Şekil 4.20 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında temmuz ayında tuz mağaraları galerilerinde 30.07.2010 ve 31.07.2010 tarihlerinde galerilerde belirlenen kırk lokasyonda sıcaklık (^{0}C) ölçümleri yapılmıştır.

30.07.2010 tarihinde proje kapsamında tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde sıcaklık değerleri 19,1-24,3 (^{0}C) arasında değişen değerler almaktadır. Yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama sıcaklık değeri 21,475 (^{0}C) olarak tespit edilmiştir.

31.07.2010 tarihli yapılan ölçümlerde sıcaklık değerleri 21-26,3 (^{0}C) arasında değerler almaktadır. Galerideki ölçümlerde ortalama sıcaklık 23,362 (^{0}C) olarak belirlenmiştir.

Temmuz ayında ölçümü yapılan iki günde de hava açık (güneşli)'dır. Ölçümler sonucu belirlenen ortalama sıcaklık değerlerinde bir miktar atış göstermektedir. Temmuz ayına ait ortalama sıcaklık değeri 22,412 ^{0}C olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.21 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik

Ağustos ayında çalışma kapsamında 16.08.2010, 17.08.2010, 23.08.2010, 24.08.2010, 30.08.2010 ve 31.08.2010 tarihlerinde tuz mağarası galerilerinde belirlenen kırk lokasyonda sıcaklık (^{0}C) ölçülerim yapılmıştır.

16.08.2010 tarihinde hava durumu açık (güneşli) olup galeride yapılan sıcaklık ölçüm değerleri 15-24,6 (^{0}C) arasında değerler almaktadır. Bu ölçümlerden elde edilen ortalama sıcaklık değeri 19,324 (^{0}C)'dir.

17.08.2010 tarihinde yapılan sıcaklık ölçümleri 16-19,8 (^{0}C) arasında değişen değerler almaktadır. Ölçümlerden ortalama sıcaklık değeri 17,967 (^{0}C) tepsi edilmiştir. Çalışma gününde hava durumu parçalı çok bulutludur.

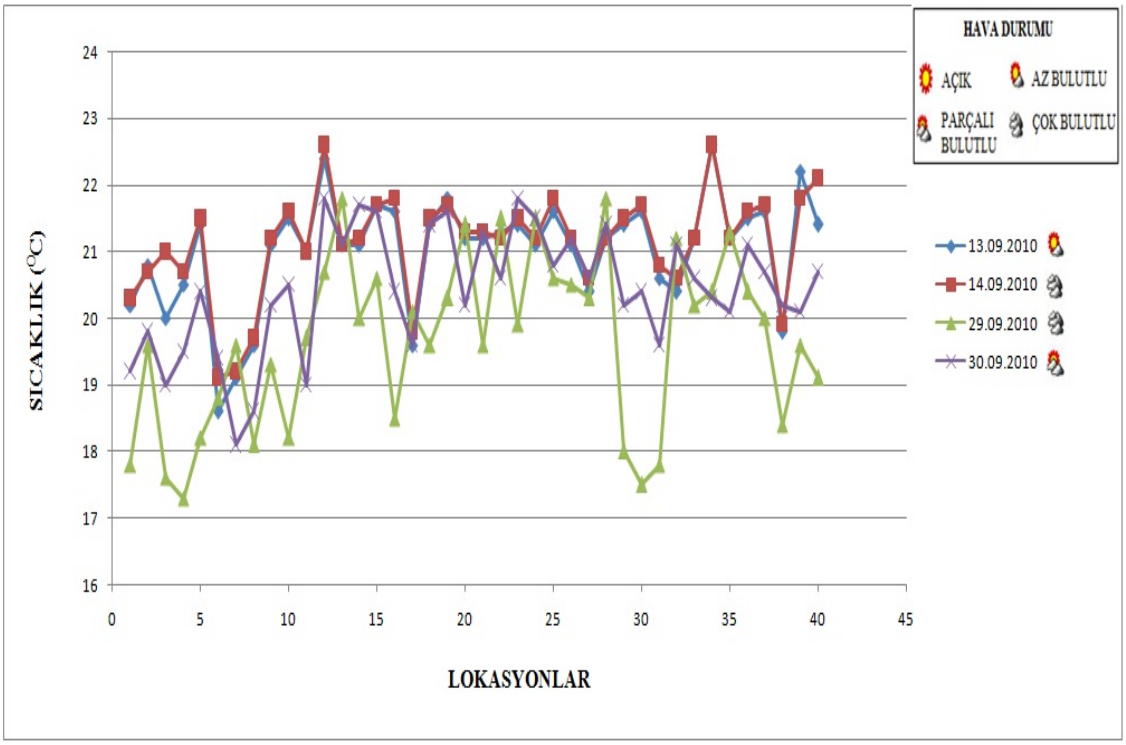
23.08.2010 tarihinde proje kapsamında yapılan ölçümlerde sıcaklık değerleri 18,4-23,4 (^{0}C) arasında değişmekte olup bu verilerden elde edilen ortalama sıcaklık değeri ise 21,617 (^{0}C)'tür. Hava durumu ise açık (güneşli)'dir.

24.08.2010 tarihinde hava durumu açık (güneşli)'dır. Galerilerde yapılan sıcaklık ölçümlerinde 21-24,7 (^{0}C) arasında değerler almaktadır. Yapılan ölçümlerde ortalama sıcaklık değeri 22,342 (^{0}C)'dir.

30.08.2010 tarihinde yapılan çalışmada ölçülen sıcaklık değerleri 16,5-21 (^{0}C) arasında değerler almaktadır. Bu değerlerden ortalama sıcaklık değerleri 19,187 (^{0}C) olarak belirlenmiştir. Çalışılan gününde hava durumu az bulutludur.

31.08.2010 tarihinde hava durumu az bulutlu olup tez kapsamında yapılan sıcaklık ölçümlerin 19,5-24,7 (^{0}C) arasında değerler almaktadır. Bu değerlerden ortalama sıcaklık değeri 22,14 (^{0}C) olarak tespit edilmiştir.

Ağustos ayında ölçümü yapılan altı günde elde edilen ortalama sıcaklık değerlerinde bir dalgalanma göstermektedir. Sıcaklık değerleri ortalamasının en yüksek olduğu değerler genellikle havanın açık (güneşli) olduğu birinci, üçüncü ve dördüncü ölçümün yapıldığı günlerde belirlenmiştir. Bunu havanın az bulutlu olduğu beş ve altıncı ölçümler takip etmektedir. En düşük ortalama sıcaklık değerine ise havanın parçalı çok bulutlu olduğu ikinci ölçümde belirlenmiştir. Bu kapsamda mağara içinde ölçülen sıcaklık değerleri çalışma günündeki hava durumuna bağlı olarak değişim gösterdiği gözlemlenmiş olup Ağustos ayına ait ortalama sıcaklık değeri 20,429 ^{0}C olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.22 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Eylül ayında 13.09.2010, 14.09.2010, 29.09.2010 ve 30.09.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda sıcaklık (^{0}C) ölçümleri yapılmıştır.

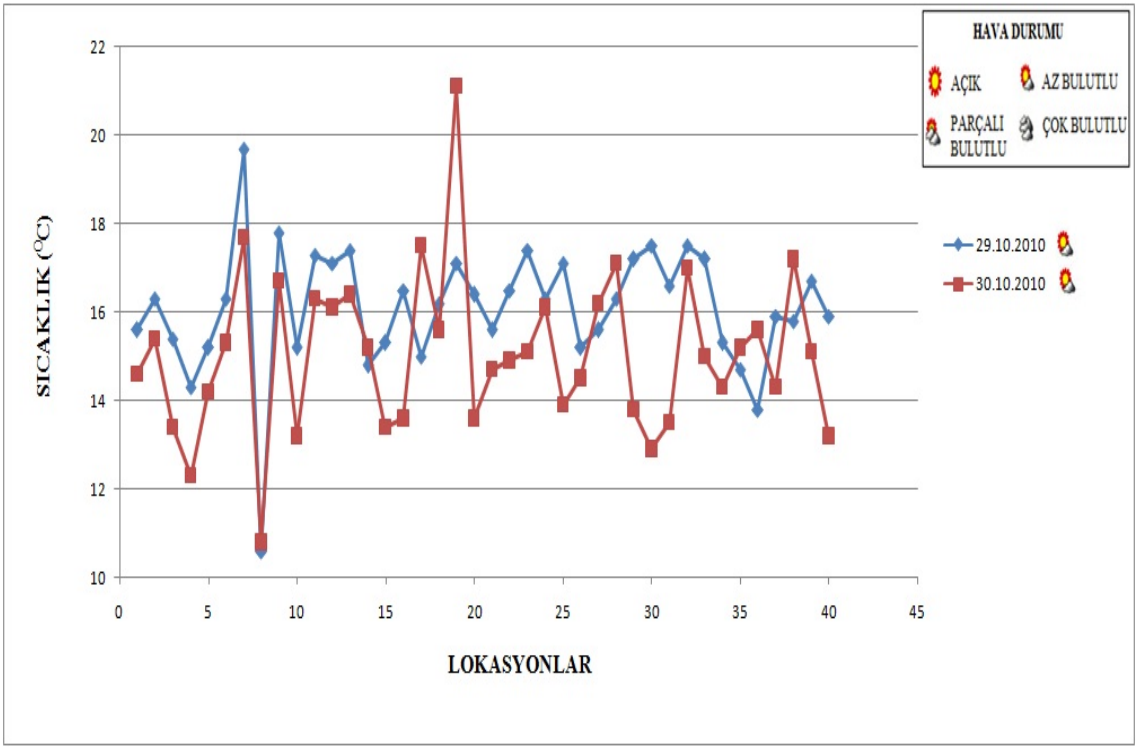
13.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan sıcaklık ölçümlerinde 18,6-22,6 (^{0}C) arasında değerler almaktadır. Ortalama sıcaklık değeri ise 21,012 (^{0}C)'dir. Hava durumu ise açık (güneşli)'dır.

14.09.2010 tarihinde hava durumu çok bulutlu (yağmurlu) olup yapılan ölçümlerde çalışma alanının sıcaklık değerleri 19,1-22,6 (^{0}C) arasında değişen değerler ölçülmüştür. Bu değerlerden elde edilen ortalama sıcaklık değeri 21,135 (^{0}C)'dir.

29.09.3010 tarihinde hava durumu çok bulutlu (yağmurlu)'dur. Tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde sıcaklık değerleri 17,3-21,8 (^{0}C) arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir. Ölçümden elde edilen ortalama sıcaklık değeri 19,67 (^{0}C) tespit edilmiştir.

30.09.2010 tarihinde hava durumu parçalı bulutlu olup yapılan ölçümlerden elde edilen sıcaklık değerleri 18,1-21,8 (^{0}C) arasında değerler almıştır. Ölçümlerden elde edilen ortalama sıcaklık değeri ise 20,435 (^{0}C)'dir.

Eylül ayında ölçümü yapılan dört günde elde edilen ortalama sıcaklık değerlerinde bir dalgalanma göstermektedir. Sıcaklık değerleri ortalamasının en yüksek olduğu değerler genellikle havanın az bulutlu olduğu ikinci ölçümün yapıldığı günde belirlenmiştir. Bunu havanın parçalı bulutlu olduğu dördüncü ölçüm takip etmektedir. En düşük ortalama sıcaklık değerine ise havanın parçalı çok bulutlu olduğu birinci ve üçüncü ölçümlerde belirlenmiştir. Bu kapsamda mağara içinde ölçülen sıcaklık değerleri çalışma günündeki hava durumuna bağlı olarak değişim gösterdiği gözlemlenmiş olup Eylül ayına ait ortalama sıcaklık değeri 20,563 ^{0}C olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.23 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen sıcaklık (^{0}C) değerlerine ait grafik

Ekim ayında çalışma kapsamında 29.10.2010 ve 30.10.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda sıcaklık (^{0}C) ölçümleri yapılmıştır.

29.10.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan sıcaklık ölçümlerinde 10,6-19,7 (^{0}C) arasında değişen değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen sıcaklık değeri 16,09 (^{0}C)'dir. Çalışma gününde hava durumu ise az bulutludur.

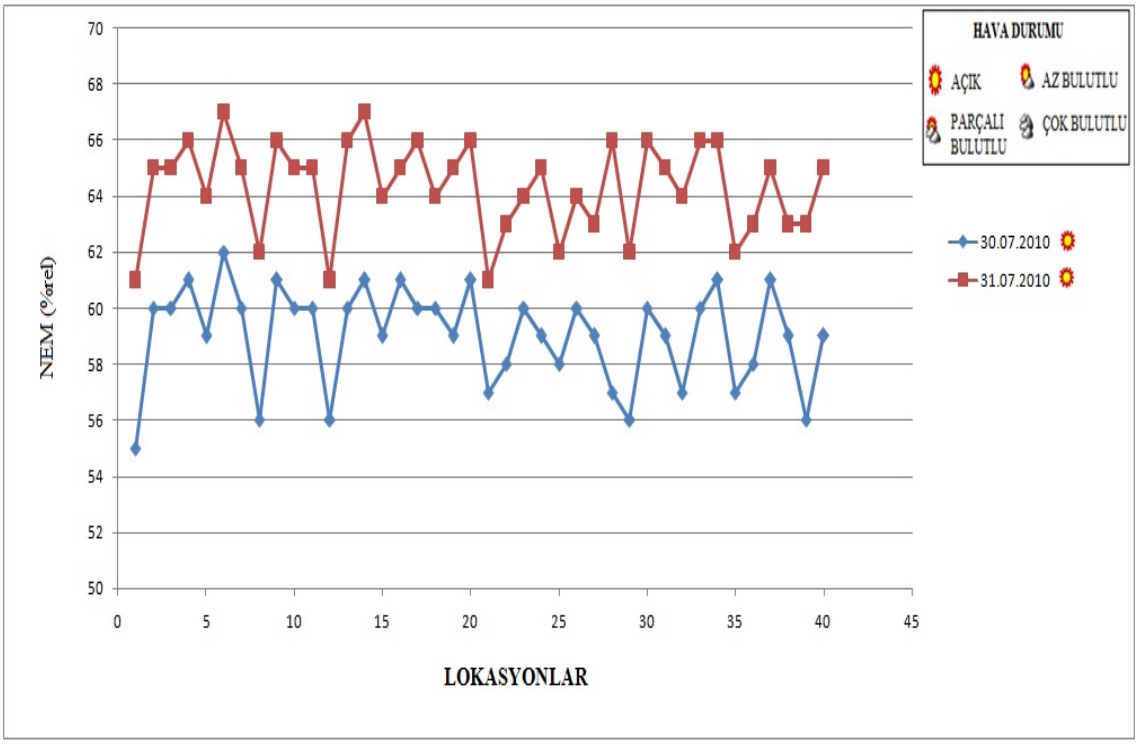
30.10.2010 tarihinde hava durumu az bulutludur. Yapılan ölçümlerde elde edilen sıcaklık değerleri 10,8-21,1 (^{0}C) arasında değer almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama sıcaklık değeri ise 15,05 (^{0}C) olarak belirlenmiştir.

Ekim ayında ölçümü yapılan iki günde de hava az bulutludur. Ölçümler sonucu belirlenen ortalama sıcaklık değerlerinde bir miktar azalma göstermektedir. Ekim ayına ait ortalama sıcaklık değeri 15,57 ^{0}C olarak belirlenmiştir.

Tuz mağarasında yapılan sıcaklık ölçümlerinde ölçümün yapıldığı günde ait atmosfer sıcaklık değerlerine yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda tuz mağaraları galerilerinin normal atmosferik koşullardan etkilendiği, atmosferik koşulların mağara iç karakteristiğinde olağanüstü bir etkisi olduğu gözlenmektedir.

4.3.5 Nem (%rel) ölçümleri

Tez kapsamında Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan periyodik ölçümlerden elde edilen nem değerlerine ait grafikler Şekil 4.24, 4.25, 4.26 ve 4.27'de verilmiştir.



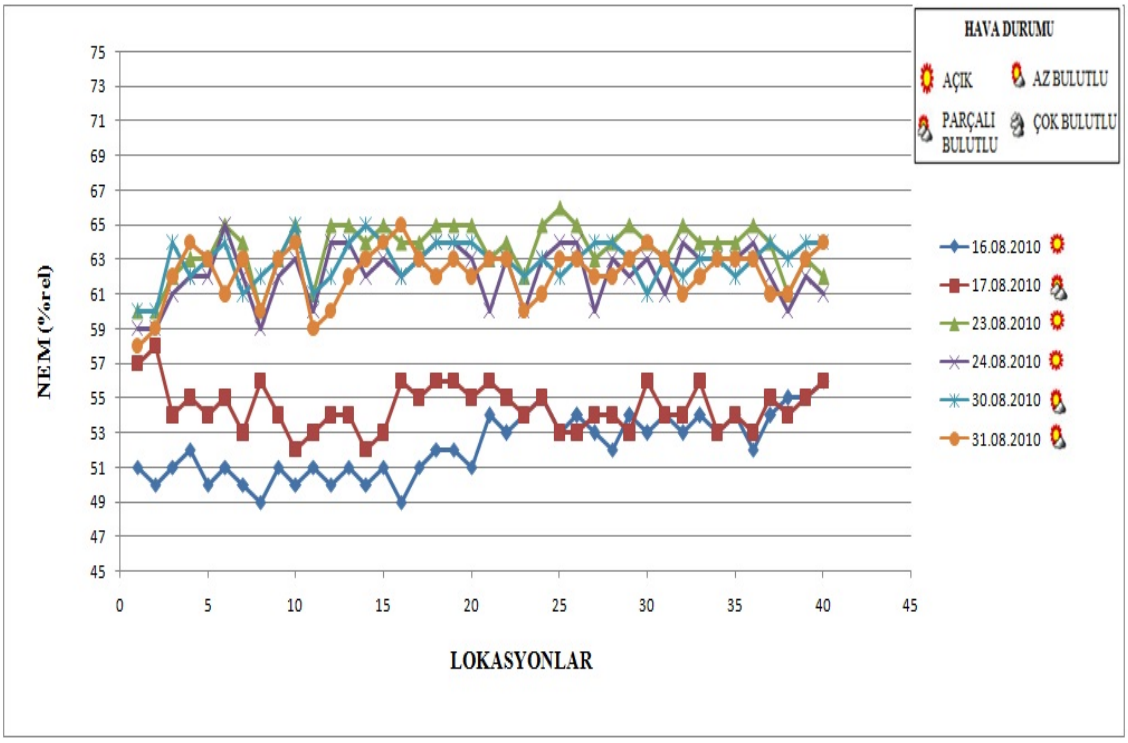
Şekil 4.24 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında temmuz ayında tuz mağaraları galerilerinde 30.07.2010 ve 31.07.2010 tarihlerinde galerilerde belirlenen kırk lokasyonda nem (% rel) ölçümleri yapılmıştır.

30.07.2010 tarihinde hava durumu açık (güneşli) olup galerilerde ölçülen nem 55-62 (% rel) arasında çeşitli değişen değerler yer almaktadır. Bu tarihte yapılan ölçümler neticesinde ortalama nem değeri 59,05 (% rel) olarak tespit edilmiştir.

31.07.2010 tarihinde hava durumu açık (güneşli) olup galerilerde ölçülen nem 61-67 (% rel) arasında değişen değerler almaktadır. Yapılan ölçümler neticesinde galeride ortalama nem değeri 64,325 (% rel)'dir.

Temmuz ayında ölçümü yapılan iki günde de hava açık (güneşli)'dır. Ölçümler sonucu belirlenen ortalama nem değerlerinde bir miktar atış göstermektedir. Temmuz ayına ait ortalama nem değeri 61,687(% rel) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.25 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik

Ağustos ayında çalışma kapsamında 16.08.2010, 17.08.2010, 23.08.2010, 24.08.2010, 30.08.2010 ve 31.08.2010 tarihlerinde tuz mağarası galerilerinde belirlenen kırk lokasyonda nem (% rel) ölçümleri yapılmıştır.

16.08.2010 tarihinde hava durumu açık (güneşli) olup galerilerde yapılan ölçümler neticesinde elde edilen nem değerleri 49-56 (% rel) arasında değişen değerler

almaktadır. Galerilerde yapılan ölçümler neticesinden ortalama nem değeri 52,2 (% rel) olarak tespit edilmiştir.

17.08.2010 tarihinde hava durumu parçalı bulutludur. Tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem değerleri 52-58 (% rel) arasında değişen değerler almaktadır. Bu ölçümlerden belirlenen ortalama nem değeri 54,475 (% rel)'dir.

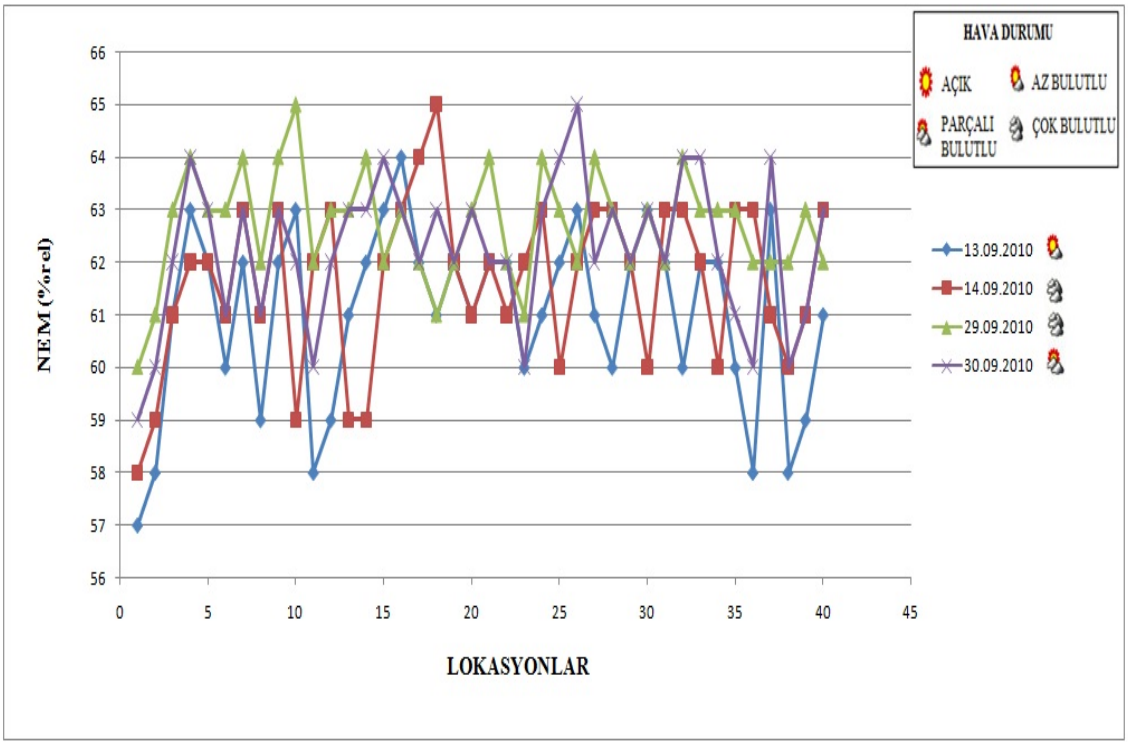
23.08.2010 tarihinde proje kapsamında yapılan ölçümlerde nem değerleri 60-66 (% rel) arasında değişmekte olup bu verilerden elde edilen ortalama nem değeri ise 63,6 (% rel)'dır. Hava durumu ise açık (güneşli)'dır.

24.08.2010 tarihinde hava durumu açık (güneşli) olup tuz mağarası galerilerinden ölçülen nem değerleri 59-65 (% rel) arasında değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen ortalama nem değeri 62,2 (% rel)'dir.

30.08.2010 tarihinde galeriler içinde yapılan ölçümlerde nem değerleri 60-65 (% rel) arasında değerler almaktadır. Ölçümler neticesinde belirlenen ortalama nem değeri 62,9 (% rel)'dur. Hava durumu ise az bulutludur.

31.08.2010 tarihinde hava durumu az bulutlu olup yapılan ölçümlerde nem değerleri 58-65 (% rel) arasında değişim göstermektedir. Bu ölçümlerden ortalama nem değerleri 62,2 (% rel) olarak belirlenmiştir.

Ağustos ayında ölçümü yapılan altı günde elde edilen ortalama nem değerlerinde bir dalgalanma göstermektedir. Nem değerleri ortalamasının en yüksek olduğu değerler genellikle havanın açık (güneşli) ve az bulutlu olduğu birinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı ölçümün yapıldığı günlerde belirlenmiştir. Bunu havanın parçalı bulutlu olduğu ikinci ölçümün ölçümde belirlenmiştir. Bu kapsamda mağara içinde ölçülen nem değerleri çalışma günündeki hava durumuna bağlı olarak değişim gösterdiği havanı açık ve az bulutlu olduğu günler, havanın parçalı bulutlu olduğu günlere göre mağaradaki ölçümlerde yüksek nem değerine sahip olduğu gözlemlenmiş olup Ağustos ayına ait ortalama nem değeri 59,595 (% rel) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.26 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Eylül ayında 13.09.2010, 14.09.2010, 29.09.2010 ve 30.09.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda nem (% rel) ölçümleri yapılmıştır.

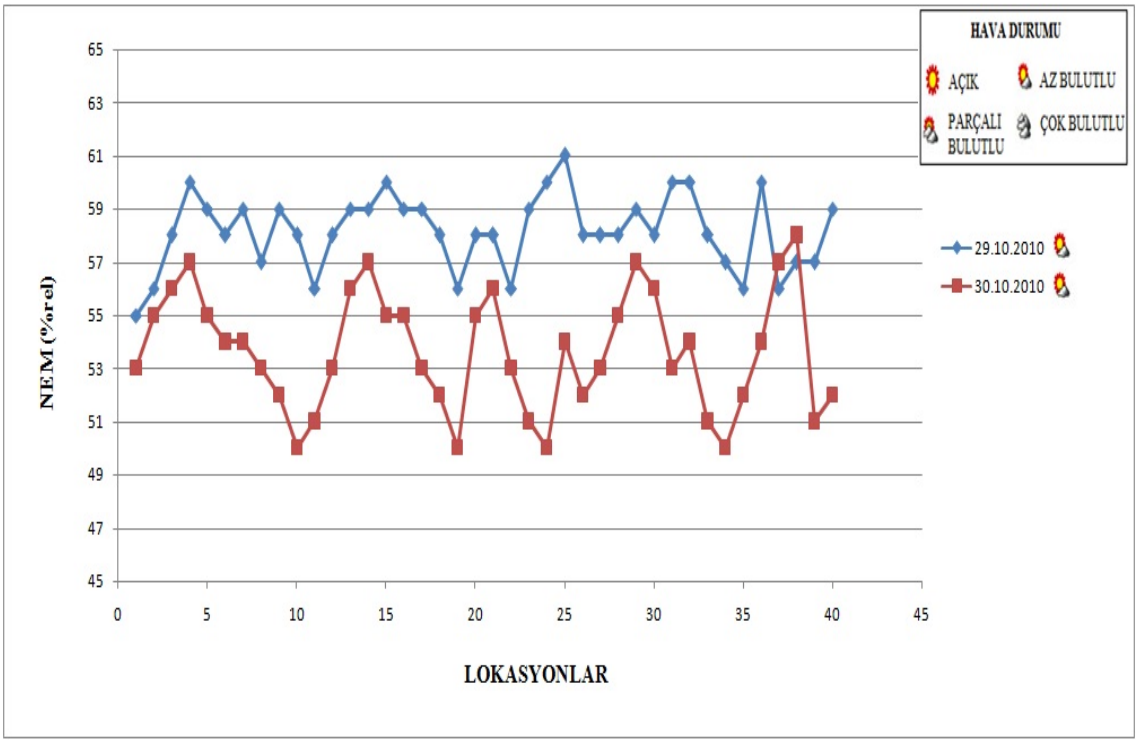
13.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan nem ölçüm değerleri 57-64 (% rel) arasında değerler almaktadır. Hava durumu açık (güneşli) olup galeride ölçülen ortalama nem değeri 61,025 (% rel)'dir.

14.09.2010 tarihinde hava durumu çok bulutlu (yağmurlu) olup yapılan ölçümlerde çalışma alanının nem değerleri 58-65 (% rel) arasında değişen değerler ölçülmüştür. Bu değerlerden elde edilen ortalama nem değeri 61,65 (% rel)'dir.

29.09.2010 tarihinde hava durumu çok bulutlu (yağmurlu)'dur. Tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde nem değerleri 60-65 (% rel) arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir. Ölçümden elde edilen ortalama nem değeri 64,7 (% rel)tespit edilmiştir.

30.09.2010 tarihinde hava durumu parçalı bulutlu olup yapılan ölçümlerden elde edilen nem değerleri 59-65 (% rel) arasında değerler almıştır. Ölçümlerden elde edilen ortalama nem değeri ise 62,25 (% rel)'dir.

Eylül ayında ölçümü yapılan dört günde elde edilen ortalama nem değerlerinde bir dalgalanma göstermektedir. Nem değerleri ortalamasının en yüksek olduğu değerler genellikle havanın çok bulutlu olduğu ikinci ve üçüncü ölçümün yapıldığı günde belirlenmiştir. Bunu havanın parçalı bulutlu olduğu dördüncü ölçüm takip etmektedir. En düşük ortalama nem değerine ise havanın açık (güneşli) olduğu birinci ölçümde belirlenmiştir. Bu kapsamda mağara içinde ölçülen ortalama nem değerleri çalışma günündeki hava durumuna bağlı olarak değişim gösterdiği havanın çok bulutlu (yağmurlu) ve parçalı olduğu günlerde, havanın açık (güneşli) olduğu günlere göre daha yüksek nem değerine sahip olduğu gözlemlenmiş olup Eylül ayına ait ortalama sıcaklık değeri 62,406(% rel) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.27 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen nem (% rel) değerlerine ait grafik

Ekim ayında çalışma kapsamında 29.10.2010 ve 30.10.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda nem (% rel) ölçümleri yapılmıştır.

29.10.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan nem ölçümlerinde 55-61 (% rel) arasında değişen değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen nem değeri 58,15 (% rel)'dir. Çalışma gününde hava durumu ise az bulutludur.

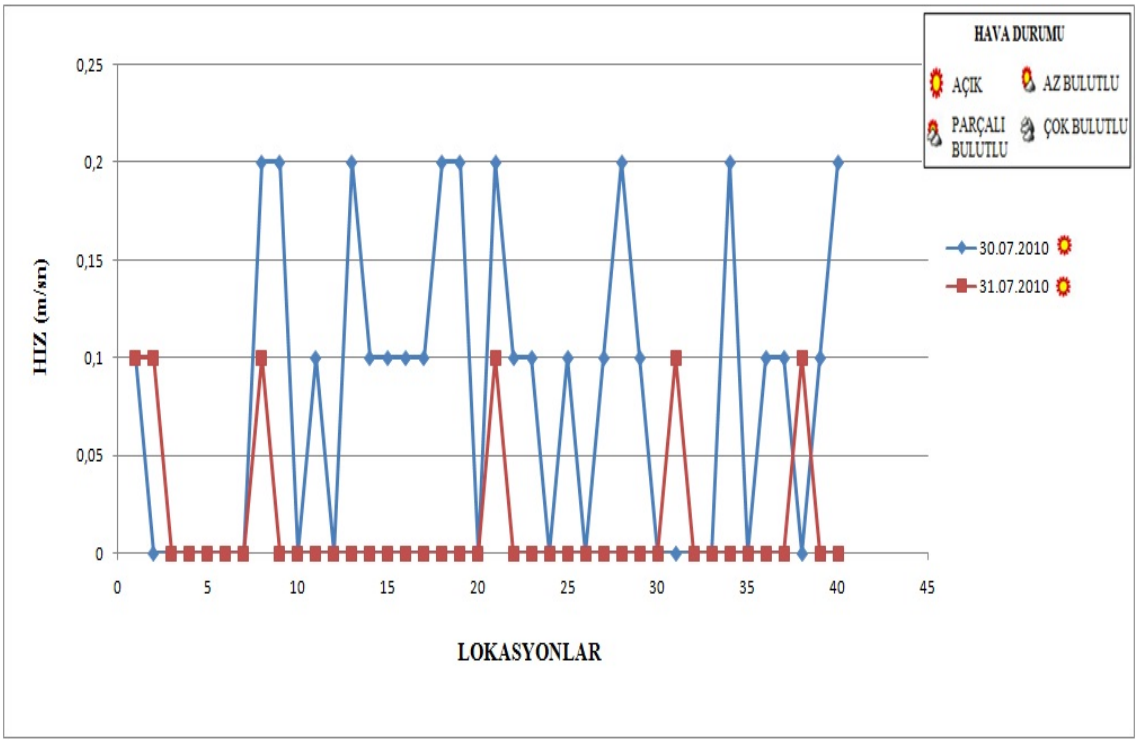
30.10.2010 tarihinde hava durumu az bulutludur. Yapılan ölçümlerde elde edilen nem değerleri 50-58 (% rel) arasında değer almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama nem değeri ise 53,625 (% rel) olarak belirlenmiştir.

Ekim ayında ölçümü yapılan iki günde de hava az bulutludur. Ölçümler sonucu belirlenen ortalama nem değerlerinde bir miktar azalma göstermektedir. Ekim ayına ait ortalama nem değeri 55,887 (% rel) olarak belirlenmiştir.

Havanın nem kapasitesi sıcaklıkla ilgilidir. Atmosferin sıcaklığı artıkça havanın taşınabilecek su miktarı da artar dolayısıyla hava sıcaklıklarıyla nem içerikleri de arttığı bunun tam tersi atmosferin sıcaklığı azaldıkça havanın taşınabilecek su miktarı da azalır dolayısıyla hava sıcaklıklarıyla düşmesiyle nem içerikleri de azalacağı bilinmektedir. Ölçümün yapıldığı gönlerde galerilerde ölçülen nem değerlerinin atmosferdeki nem değerlerine yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Galeride ölçülen nem değerlerinin insan sağlığı açısından herhangi bir tehlikesinin olmadığı belirlenmiştir.

4.3.6 Hız (hava akım sürati) (m/sn) ölçümleri

Tez kapsamında Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan periyodik ölçümlerden elde edilen hız (Galerideki Hava Akımı) değerlerine ait grafikler Şekil 4.28, 4.29, 4.30 ve 4.31'de verilmiştir.



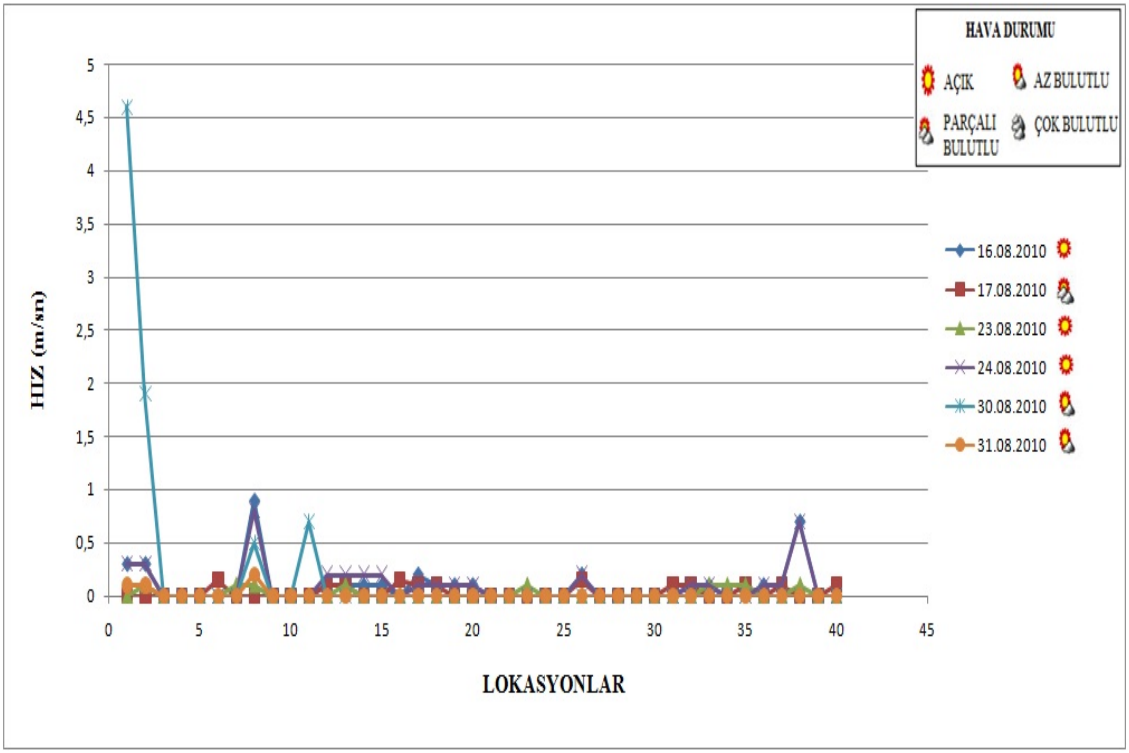
Şekil 4.28 Temmuz 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında temmuz ayında tuz mağaraları galerilerinde 30.07.2010 ve 31.07.2010 tarihlerinde galerilerde belirlenen kırk lokasyonda hız (m/sn) ölçümleri yapılmıştır.

30.07.2010 tarihinde galerilerde ölçülen hız 0-0,2 (m/sn) arasında çeşitli değişen değerler yer almaktadır. Bu tarihte yapılan ölçümler neticesinde ortalama hız değeri 0,08 (m/sn) olarak tespit edilmiştir.

31.07.2010 tarihinde olup galerilerde ölçülen hız 0-0,1 (m/sn) arasında çeşitli değerler almaktadır. Yapılan ölçümler neticesinde galeride ortalama hız değeri 0,015 (m/sn)'dir.

Temmuz ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama hız değerlerinde bir miktar azalma göstermektedir. Yapılan ölçümlerden Temmuz ayına ait ortalama hız değeri 0,047 (m/sn) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.29 Ağustos 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerleri grafik

Ağustos ayında çalışma kapsamında 16.08.2010, 17.08.2010, 23.08.2010, 24.08.2010, 30.08.2010 ve 31.08.2010 tarihlerinde tuz mağarası galerilerinde belirlenen kırk lokasyonda hız (m/sn) ölçülerim yapılmıştır.

16.08.2010 tarihinde proje kapsamında tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler neticesinde elde edilen hız değerleri 0-0,9 (m/sn) arasında değişen değerler yer almaktadır. Yapılan ölçümlerde ortalama hız değeri 0,092 (m/sn) olarak belirlenmiş.

17.08.2010 tarihinde galerilerde ölçülen hız değerleri 0-0,15 (m/sn) arasında değişim göstermektedir. Bu ölçümlerden belirlenen ortalama hız değeri 0,033 (m/sn) olarak belirlenmiştir.

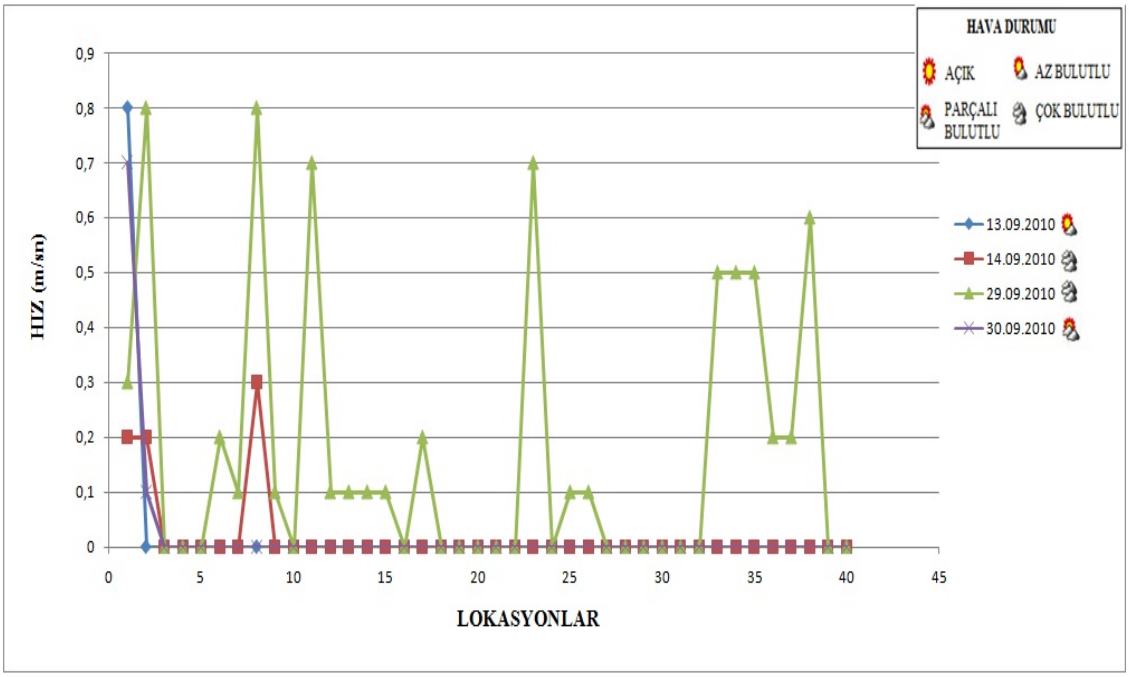
23.08.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde hız değerleri 0-0,1 (m/sn) arasında değişen değerler almakta olup ölçümlerden elde edilen ortalama hız değeri 0,022 (m/sn)'dir.

24.08.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde hız değerleri 0-0,8 (m/sn) arasında değişen değerler almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama hız değeri ise 0,097 (m/sn)'dir.

30.08.2010 tarihinde galerilerde yapılan hız ölçüm değerleri 0-4,6 (m/sn) arasında değişmektedir. Ölçümlerden elde edilen ortalama hız değeri 0,192 (m/sn)'dir

31.08.2010 tarihinde proje kapsamında yapılan ölçümlerde hız değerleri 0-0,2 (m/sn) arasında değişen değerler yer almakta olup bu değerlerden elde edilen ortalama hız değeri 0,01 (m/sn)'dir.

Ağustos ayında yapılan altı ölçümden elde edilen ortalama hız değerlerinde dalgalanma gözlemlenmekte en yüksek ortalama hız değeri birinci ölçümde bulunmuştur. Ağustos ayına ait ortalama hız değeri 0,074 (m/sn) olarak belirlenmiştir



Şekil 4.30 Eylül 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik

Çalışma kapsamında Eylül ayında 13.09.2010, 14.09.2010, 29.09.2010 ve 30.09.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda hız (m/sn) ölçümleri yapılmıştır.

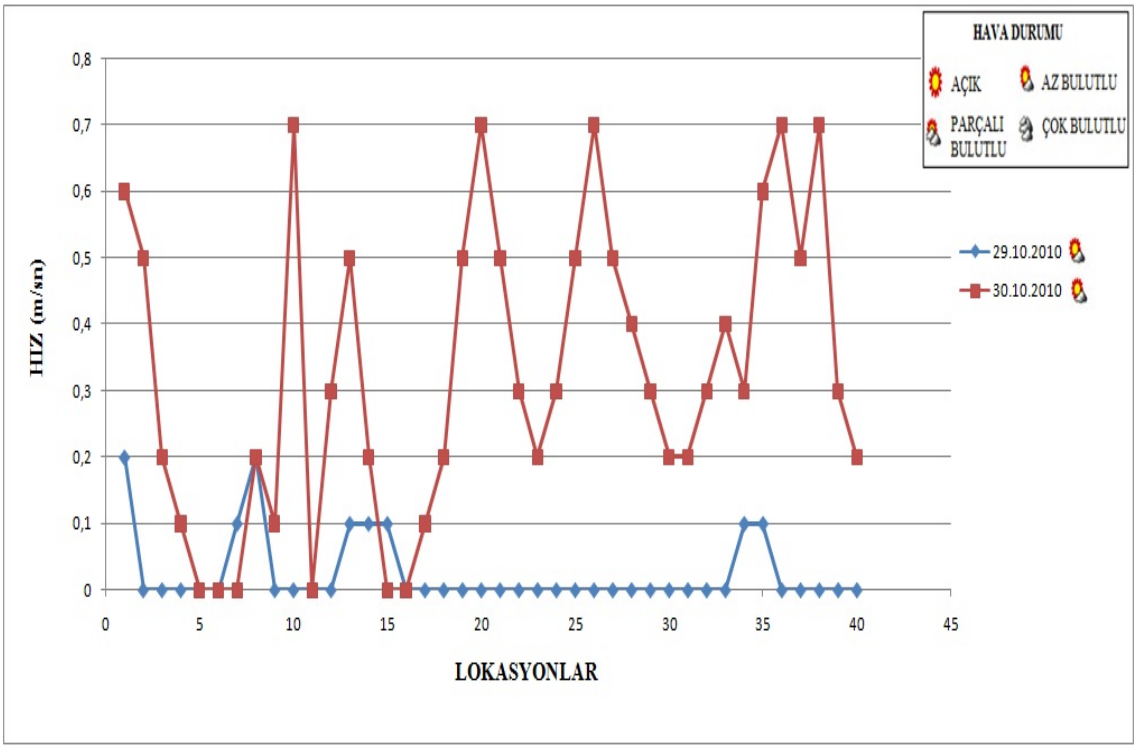
13.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan hız ölçüm değerleri 0-0,8 (m/sn) arasında değerler almaktadır. Galeride ölçülen ortalama hız değeri 0,02 (m/sn)'dir.

14.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde çalışma alanının hız değerleri 0-0,3 (m/sn) arasında değişen değerler almıştır. Bu değerlerden elde edilen ortalama hız değeri 0,017 (m/sn)'dir.

29.09.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümlerde hız değerleri 0-0,8 (m/sn) arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir. Ölçümden elde edilen ortalama hız değeri 0,175 (m/sn) tespit edilmiştir.

30.09.2010 tarihinde yapılan ölçümlerden elde edilen hız değerleri 0-0,7 (m/sn) arasında değerler almıştır. Ölçümlerden elde edilen ortalama hız değeri ise 0,02 (m/sn)'dir.

Eylül ayında yapılan dört ölçümden elde edilen ortalama hız değerlerinde dalgalanma göstermiştir. Eylül ayına ait ortalama hız değeri 0,058 (m/sn) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.31 Ekim 2010'da tuz mağarası galerilerinde ölçülen havanın hızı (m/sn) değerlerine ait grafik

Ekim ayında çalışma kapsamında 29.10.2010 ve 30.10.2010 tarihlerinde belirlenen kırk lokasyonda hız (m/sn) ölçümleri yapılmıştır.

29.10.2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan hız ölçümlerinde 0-0,2 (m/sn) arasında değişen değerler almaktadır. Ölçümlerden elde edilen hız değeri 0,025 (m/sn)'dir. Çalışma gününde hava durumu ise az bulutludur.

30.10.2010 tarihinde hava durumu az bulutludur. Yapılan ölçümlerde elde edilen hız değerleri 0-0,7 (m/sn) arasında değer almaktadır. Bu değerlerden elde edilen ortalama hız değeri ise 0,325 (m/sn) olarak belirlenmiştir.

Ekim ayında yapılan iki ölçümden elde edilen ortalama hız değerlerinde bir miktar artış göstermiştir. Ekim ayına ait ortalama hız değeri 0,175 (m/sn) olarak belirlenmiştir.

Galerilerde aynalarda patlamayla üretim yapılmaktadır. Patlatma neticesinde meydana gelen insan sağlığı açısından zararlı gazlar ve partiküllerin galeri ortamından uzaklaştırılması tuz mağarası galerindeki hava kalitesinin arttırılmasına sağlayacak hava sirkülâsyonunun olduğu galerilerde yapılan ölçüm neticesinde belirlenmiştir

BÖLÜM V

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çankırı yapay tuz mağarasının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada;

1. Yörede tuz çıkarmak için işletilen tuz mağarasının ait kayaçların yaşı Üst Oligosen yaşlı birimlere ait olup, genellikle gölsel ortamlarda oluşmuş çökellerden meydana geldiği,

2. Bu kayaçlar litolojik olarak kayatuzu az miktarda sarı-beyaz jips ve killi marnlar şeklinde olduğu,

3. Çalışma alanından 5 örnek derlenmiş olup, bu örneklerin XRD tüm kayaç çözümlemeleri ve ana element dağılımları sonucunda alınan örneklerde: Halit (NaCI), blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$), tenardit (Na_2SO_4), jips ($CaSO_4.2H_2O$) çok az miktarda da anhidrit ($CaSO_4$) ve kalsit ($CaCO_3$) egemenliği,

4. Jeokimyasal analiz için farklı lokasyonlardan alınan, örneklere ait jeokimyasal analiz sonuçlarına göre Çankırı tuz mağarası ait örneklerin genelinde Na, Cl elementleri baskın olmakla birlikte çok az miktarda toplam % 4.78 ana element oksitlerine MgO, Al_2O_3, SiO_2, K_2O, CaO, SO_3, Fe_2O_3 varlığı,

5. Yapılan ölçümlerde LEL değerleri göre mağara da herhangi bir patlama ve yanma riski olmadığı,

6. Mağara ortamında ki CO değerleri atmosferdeki CO oranı ise çok yakın bir değere sahiptir. Bu değerlere göre tuz mağarasında CO bakımında tehlike arzetmediği,

7. O_2 ölçümlerinden elde edilen değer atmosferdeki O_2 değerlerine yakın veya eşit değerlere sahip olmasından dolayı mağaradaki O_2 miktarının insan sağlığı açısından uygun olduğu,

8. Çalışmaların yapıldığı günlerde mağara ortamında ölçülen sıcaklık değerleri açık havada ölçülen sıcaklık değerlerinde 5^0-7^0 C daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Mağaradaki sıcaklık değerlerinin hastalıkların tedavinde (speleoterapi) uygun sıcaklık arasında olduğu,

9. Çalışmalar neticesinde ortamdaki nem kapasitesinin atmosferdeki nem kapasitesine yakın değerlere sahip olduğu görülmüş ve bu değerlerin insan sağlığına uygun olduğu,

10. Tuz mağarası galerilerinde ölçülen hız (hava akım sürati) değerlerinin mağara ortamındaki zararlı gazların galerilerden tahliye edilmesi ve galerilere temiz hava doldurulması için yeterli olduğu,

11. Yapılan bu ilk çalışma sonucunda olanaklar çerçevesinde yapay mağarada sağlığa zararlı herhangi bir etken bulunmadığı saptanmış ve,

12. Bilimsel olarak tuz tedavisi (speleoterapi)'nin bronşal astım, kronik bronşitler, sinüzit rinit, pollinozlar, atopik dermatitler, neyrodermi, bronşektazi vb. saymış olduğumuz hastalıklar üzerine etkisi net henüz olarak saptanmamış olmasına rağmen tuz mağaralarında bulunan havanın temiz olması toz, polen ve kimyasal kirlilik vs. içermemesi rahatlatıcı bir unsur olabilir. Bu nedenle özellikle Çankırı tuz mağarasındaki kayaçları ile hava bileşimindeki element ve bileşiklerin hangi hastalıklar üzerinde olumlu veya olumsuz etkilerinin tespit edilmesi ve tuz mağaralarının jeoturizm (speleoteapi) açısından değerlendirilmesine yönelik yeni araştırmalara yön verilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Sıla tuz merkezi, http://silasaglikhizmetleri.com.tr/tuz/tuz_tedavi_hakkinda.php, 2009.
[2] Aydilek, R. ve Bozkanat, E., Bronşial astımda altarnatif tedaviler, Tıb Bilimleri Dergisi, 17, 362-364, 1997.
[3] İvançenko, V., Termemarisin Doğal İklim ve Termal Kaynaklarının Tedavi Mekanizmaları, http://www.thermemaris.com/index.php/bilimsel-arastirmalar/58-prof-dr-valeri-vancenko-moskova-chicago-ueniversitesi.html. Moskva, 16.10.2005.
[4] Demir, B.M., Terapötik Jeoloji, Jeoloji Mühendisleri Dergisi, 33, 63-70, 2009.
[5] Tuz Odası, hptt://es-es.facebook.com/group.php?gid=179918751537, 2009.
[6] Atabey, E., Tıbbi Jeoloji.,Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 88, 2005.
[7] Dalgıç, A. ve Kavak, O., Kil mineralleri ve Sağlık, Dicle Tıp Dergisi, Cilt:31, Sayı:2, 73-78 , 2004.
[8] Carretero, M.I., Clay Mineral And Their Beneficial Effects Upon Human. Applied Clay SciEnce Volume 21, 155-163, 2002.
[9] Finkelman, R.B., Health Benefits of Geologic Meterials and Geolojic Proses, Int. J. Environ. Res. Public Health., 3(4), 338-342, 2006.
[10] Kalyoncu, A. F., Çankırı Tuz mağaralarının Astım ve Nefes Darlığı Hastalıklarının Tedavisinde Kullanımı, http://www.cansaati.org/topluluk/forum_posts.asp?TID=349. 2002.
[11] Mağara araştırma dergisi., sayı:1, 16-21, 2009.
[12] Apaydın, A., Demirci Aktaş, S. ve Tahiroğlu, M., Tatlıçay havzası (Çankırı) hidrojeolojik etüt raporu, Ankara, 2007.
[13] Wıppern, J., Çankırı tuz yataklarına ait rapor. MTA Der. Rap. O:2877, 6-15, 1961.
[14] Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağer, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. Ve Hakyemez, Y., Ankara-Elmadağ-Kalecik Dolayının Jeolojisi. MTA Der. Rap. O:7298 (Yayınlanmamış), 1982.
[15] Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağer, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. Ve Hakyemez, Y., Ankara-Elmadağ-Kalecik Dolayının Temel Jeoloji Özellikleri, Jeoloji Mühendisliği, 20, 31-46, 1984.
[16] Hakyemez, Y., Bayburt, M.Y., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağer, Z. ve Sözeri, B., Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi. MTA Derleme Rapor No:7966, 1-114, 1986.
[17] Akyürek, B., Birgili, E., Çatal, E., Dağer, Z., Soysal, Y. Ve Sunu, O., Eldivan-Şabanözü (Çankırı) dolayında ofiyolit yerleşmesine ilişkin bulgular, TMMOB JMO yayını, 9, 5-12, 1979.
[18] Akyürek, B., Birgili, E., Çatal, E., Dağer, Z., Soysal, Y. Ve Sunu, O., Eldivan-Şabanözü (Çankırı), Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayısının jeolojisi. MTA Der. Rap. No:6741, 1980.
[19] Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalan,G., Çankırı-Çorum Havzasının Jeolojisi ve Petrol olanakları. MTA Der. Rap. No:2349, 1-98, 1975.
[20] Yoldaş, R., Tosya (Kastamonu) ile Boyabat (Çorum) Arasındaki bölgenin Jeolojisi, Doktora tezi, İ.Ü. Fen Fak. Genel Jeoloji Kürsüsü, 1982.
[21] Baştanlar, D., Çankırı Tuz Mağarası Rezerv Hesaplamaları. Mayıs, 1981.
[22] Tekkaya, İ., Atalay, Z., Gürbüz, M., Üney, E ve Ermumucu, M, Çankırı-Kalecik Bölgesi Karasal Neojen'inin Biyostratigrafik Araştırması, TJK Bülteni, 18, 1, 77-80, 1975.

[23] Atalay, Z., Çandır (Ankara) Miyosen'inde Bulunan Therium Aurelianense Cuvier'in Bulunması Hakkında, TJK Bülteni, 24, 2, 75-78, 1981.
[24] Ketin, İ., Tectonic units of Anatolia (Asia Minor), Bull.Min.Res.Exp.Inst.Of Türkiye, 66, 77-89, 1966.
[25] Tekeli, O., Subductiona Complex of Pre-Jurassic Age, Northern Anatolia, Turkey Geology, 9, 68-72, 1981.
[26] Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., Tethyan Evolution of Turkey, A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181-241, 1981.
[27] Beer, H., Çankırı ve Sungurlu çevresinde yapılan potas tuzu prospeksiyonu. MTA Der. Rap. No:3502, 1964.
[28] Şengör, A.M.C., Türkiye'nin Tektonik Tarihinin Yapısal Sınıflaması, Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurultayı, TJK 38.Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 37-62, 1984.
[29] Tüysüz, O., Dellaloğlu, A.A., Çankırı-Çorum Havzasının Tektonik Birlikleri ve Jeolojik Evrimi, Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirisi, Ankara, 333-349, 1982.

EKLER

Ek-A 30/07/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	0	0	20,9	19,8	55	0,1
2	0	0	20,7	22	60	0
3	-0,1	0,09	20,9	24,3	60	0
4	-0,1	0,08	20,9	23,4	61	0
5	-0,1	0,08	20,9	22,5	59	0
6	-0,1	0,07	20,9	20	62	0
7	-0,1	0,08	20,9	21,9	60	0
8	-0,1	0,01	20,8	20	56	0
9	-0,1	0,07	20,9	21,2	61	0
10	-0,1	0,08	20,9	22,2	60	0
11	-0,1	0,08	20,8	19,1	60	0
12	-0,1	0,01	20,8	21	56	0
13	-0,1	0,08	20,7	21,3	60	0
14	-0,1	0,09	20,8	21	61	0
15	-0,1	0,08	20,7	22,1	59	0
16	-0,1	0,08	20,8	22	61	0
17	-0,1	0,07	21,1	21,7	60	0
18	-0,1	0,08	20,9	22	60	0
19	-0,1	0,06	20,8	21,2	59	0
20	-0,1	0,07	21	20,9	61	0
21	-0,1	0,03	20,8	22,4	57	0
22	-0,1	0,05	20,7	21,3	58	0
23	-0,1	0,08	20,8	19,1	60	0
24	-0,1	0,07	20,9	20,8	59	0
25	-0,1	0,08	20,7	22,1	58	0
26	-0,1	0,09	20,8	20,9	60	0
27	-0,1	0,07	20,8	19,2	59	0
28	-0,1	0,07	20,9	21,2	57	0
29	-0,1	0,08	20,7	22,1	56	0
30	-0,1	0,09	20,9	23,3	60	0
31	-0,1	0,07	20,9	24,1	59	0
32	-0,1	0,07	20,9	22,6	57	0
33	-0,1	0,06	21	20,8	60	0
34	-0,1	0,07	20,9	21	61	0
35	-0,1	0,02	20,8	21,1	57	0
36	-0,1	0,08	20,7	22,3	58	0
37	-0,1	0,07	21,1	21,5	61	0
38	-0,1	0,01	20,9	21,8	59	0
39	-0,1	0,04	20,8	19,8	56	0
40	-0,1	0,08	20,9	22	59	0

Ek-B 31/07/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	0	0	20,9	21,6	61	0,1
2	0	0	20,9	23,1	65	0,1
3	-0,1	0,08	20,8	26,1	65	0
4	-0,1	0,07	20,8	24,3	66	0
5	-0,1	0,09	20,7	25,1	64	0
6	-0,1	0,05	20,8	21	67	0
7	-0,1	0,06	20,9	22,4	65	0
8	0	0,01	20,9	22	62	0,1
9	-0,1	0,06	20,7	23,2	66	0
10	-0,1	0,08	20,6	24,3	65	0
11	-0,1	0,02	20,8	22,2	65	0
12	-0,1	0,06	20,8	24	61	0
13	-0,1	0,06	20,7	21,3	66	0
14	-0,1	0,06	20,9	22,4	67	0
15	-0,1	0,07	20,8	24,1	64	0
16	-0,1	0,08	20,7	25	65	0
17	-0,1	0,07	20,8	23,6	66	0
18	-0,1	0,06	20,9	25	64	0
19	-0,1	0,08	20,6	22,9	65	0
20	-0,1	0,09	20,7	23,1	66	0
21	-0,1	0,08	20,9	21,8	61	0,1
22	-0,1	0,07	20,5	22,8	63	0
23	-0,1	0,03	20,7	22,3	64	0
24	-0,1	0,08	20,7	23	65	0
25	-0,1	0,07	20,9	24,2	62	0
26	-0,1	0,07	20,8	22,5	64	0
27	-0,1	0,02	20,7	22,1	63	0
28	-0,1	0,05	20,7	23,1	66	0
29	0	0,07	20,9	24	62	0
30	-0,1	0,06	20,8	24,2	66	0
31	-0,1	0,08	20,8	25,9	65	0,1
32	-0,1	0,09	20,7	24,9	64	0
33	-0,1	0,09	20,6	22,8	66	0
34	-0,1	0,06	20,8	23,1	66	0
35	-0,1	0,05	20,8	24,2	62	0
36	0	0,08	20,7	23,9	63	0
37	-0,1	0,06	20,9	23,4	65	0
38	-0,1	0,05	20,8	22,1	63	0,1
39	-0,1	0,02	20,7	22	63	0
40	-0,1	0,06	20,9	25,3	65	0

Ek-C 16/08/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,2	0,03	20,7	20	51	0
2	-0,2	0	20,8	24,6	50	0
3	-0,1	0,08	20,9	18	51	0
4	-0,2	0,08	20,7	19	52	0
5	-0,1	0,07	20,9	17	50	0
6	-0,2	0,04	20,7	15	51	0
7	-0,2	0,07	20,9	16	50	0
8	-0,2	0	20,9	19,2	49	0
9	-0,1	0,07	20,8	17	51	0
10	-0,2	0,07	20,8	18	50	0
11	-0,2	0,08	20,1	16,5	51	0
12	-0,1	0,06	20,8	20,4	50	0
13	-0,2	0,07	20,8	20,5	51	0
14	-0,2	0,08	20,7	20,8	50	0
15	-0,2	0,08	20,6	20,6	51	0
16	-0,2	0,09	20,4	20,4	49	0
17	-0,2	0,06	20,8	17,8	51	0
18	-0,2	0,07	20,6	16,2	52	0
19	-0,2	0,08	20,5	16	52	0
20	-0,1	0,06	20,8	19	51	0
21	-0,2	0,07	20,8	20	54	0
22	-0,2	0,07	20,7	21,7	53	0
23	-0,2	0,07	20,9	21,4	54	0
24	-0,2	0,07	20,9	19	55	0
25	-0,2	0,08	20,8	21,8	53	0
26	-0,2	0,07	20,7	19,7	54	0
27	-0,2	0,1	20,8	19,8	53	0
28	-0,2	0,08	20,9	18,2	52	0
29	-0,2	0,07	20,7	21,4	54	0
30	-0,2	0,11	20,9	20,7	53	0
31	-0,2	0,1	20,8	20	54	0
32	-0,2	0,1	20,7	19,9	53	0
33	-0,1	0,06	20,9	21,5	54	0
34	-0,2	0,08	20,7	20,4	53	0
35	-0,2	0,07	20,8	19,9	54	0
36	-0,2	0,08	20,7	20,8	52	0
37	-0,2	0,07	20,6	18	54	0
38	-0,2	0,04	20,8	19,2	55	0
39	-0,2	0,08	20,6	20,1	55	0
40	-0,2	0,05	20,8	18,2	56	0

Ek-D 17/08/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,3	0,07	20,8	18	57	0
2	-0,3	0,06	20,9	19,6	58	0
3	-0,2	0,08	20,8	19,3	54	0
4	-0,3	0,07	20,9	17	55	0
5	-0,3	0,08	20,8	19,7	54	0
6	-0,3	0,08	20,9	17,7	55	0,15
7	-0,2	0,09	20,9	17,8	53	0
8	-0,3	0,09	20,8	16,2	56	0
9	-0,2	0,08	20,7	19,5	54	0
10	-0,3	0,09	20,9	18,7	52	0
11	-0,3	0,08	20,6	18	53	0
12	-0,2	0,09	20,7	17,8	54	0,1
13	-0,2	0,08	20,8	19,6	54	0,1
14	-0,3	0,07	20,5	18,5	52	0
15	-0,3	0,08	20,6	17,7	53	0
16	-0,3	0,07	20,4	18,9	56	0,15
17	-0,3	0,1	20,5	16	55	0,1
18	-0,2	0,06	21,1	17,3	56	0,1
19	-0,3	0,09	20	18,3	56	0
20	-0,3	0,08	20,1	16,2	55	0
21	-0,3	0,08	20,7	16,3	56	0
22	-0,3	0,09	20,1	18,4	55	0
23	-0,3	0,07	20,4	18	54	0
24	-0,3	0,08	20,3	16,5	55	0
25	-0,3	0,08	20,4	17,9	53	0
26	-0,3	0,06	20,5	18,8	53	0,15
27	-0,3	0,07	20,6	18,2	54	0
28	-0,2	0,08	20,9	19,5	54	0
29	-0,3	0,08	20,4	17,9	53	0
30	-0,3	0,06	20,9	17,3	56	0,1
31	-0,2	0,08	20,8	19,4	54	0,1
32	-0,3	0,09	20,8	19,8	54	0
33	-0,3	0,09	20,3	16,5	56	0
34	-0,2	0,08	20,7	19,6	53	0
35	-0,2	0,09	20,7	17,9	54	0,1
36	-0,3	0,08	20,3	17,7	53	0
37	-0,3	0,09	20,5	16,1	55	0,1
38	-0,2	0,08	20,9	17,6	54	0
39	-0,3	0,09	20,8	16,1	55	0
40	-0,2	0,06	21,1	17,4	56	0,157

Ek-E 23/08/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,3	0	20,9	19,7	60	0
2	-0,3	0	20,7	21,5	60	0,1
3	-0,3	0	20,8	22	62	0
4	-0,3	0	20,7	21,3	63	0
5	-0,3	0,08	20,7	21,8	63	0
6	-0,3	0	20,8	18,4	65	0
7	-0,3	0	20,7	20	64	0,1
8	-0,3	0	20,5	22	60	0,1
9	-0,3	0,01	20,8	21	63	0
10	-0,3	0	20,9	21,6	65	0
11	-0,3	0	20,8	21	61	0
12	-0,3	0	20,9	21,9	65	0
13	-0,3	0	20,9	22	65	0,1
14	-0,3	0	20,8	21,6	64	0
15	-0,3	0	20,8	21,4	65	0
16	-0,3	0	20,9	23,4	64	0
17	-0,3	0	20,8	21,5	64	0
18	-0,3	0,05	20,8	21,8	65	0
19	-0,3	0	20,7	21,7	65	0
20	-0,3	0	20,7	22	65	0
21	-0,3	0,01	20,9	22,2	63	0
22	-0,3	0,01	20,4	21,8	64	0
23	-0,3	0	20,8	21,9	62	0,1
24	-0,3	0	20,8	21,6	65	0
25	-0,3	0,01	20,7	21,8	66	0
26	-0,3	0	20,8	21,6	65	0
27	-0,3	0	20,9	22,1	63	0
28	-0,3	0	20,7	21,7	64	0
29	-0,3	0	20,7	21,4	65	0
30	-0,3	0,02	19,9	21,4	64	0
31	-0,3	0,01	20	21,9	63	0
32	-0,3	0	20,8	21,5	65	0
33	-0,3	0	20,8	21,6	64	0,1
34	-0,3	0	20,6	21,8	64	0,1
35	-0,3	0	20,7	21,7	64	0,1
36	-0,3	0	20,8	22,2	65	0
37	-0,3	0,03	20,8	23,2	64	0
38	-0,3	0	20,9	20,1	61	0,1
39	-0,3	0	20,8	22,7	63	0
40	-0,3	0	20,8	21,3	62	0

Ek-F 24/08/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,3	0,07	20,8	21,8	59	0,3
2	-0,3	0	20,9	21,8	59	0,3
3	-0,3	0,11	20,6	21,9	61	0
4	-0,3	0,09	20,7	22,8	62	0
5	-0,3	0,09	20,9	24,7	62	0
6	-0,3	0,08	20,9	21,6	65	0
7	-0,3	0,07	20,9	21,8	62	0
8	-0,3	0	20,8	21,9	59	0,8
9	-0,3	0,08	20,7	23,7	62	0
10	-0,3	0,08	20,8	22,8	63	0
11	-0,3	0,05	20,8	21,1	60	0
12	-0,3	0,07	20,9	21,8	64	0,2
13	-0,3	0,09	20,6	22,7	64	0,2
14	-0,3	0,07	20,9	23,2	62	0,2
15	-0,3	0,08	20,8	21,1	63	0,2
16	-0,3	0,07	20,9	21,6	62	0
17	-0,3	0,09	20,7	21	63	0,1
18	-0,3	0,1	20,9	23,8	64	0,1
19	-0,3	0,08	20,9	21,9	64	0,1
20	-0,3	0,09	20,8	23	63	0,1
21	-0,3	0,08	20,8	22,1	60	0
22	-0,3	0,09	20,9	22,4	63	0
23	-0,3	0,05	20,8	22,7	60	0
24	-0,3	0,09	20,9	23,1	63	0
25	-0,3	0,08	20,8	21,4	64	0
26	-0,3	0,07	20,8	23	64	0,2
27	-0,3	0,08	20,9	22,5	60	0
28	-0,3	0,09	20,6	23,2	63	0
29	-0,3	0,08	20,8	22,9	62	0
30	-0,3	0,1	20,7	21,9	63	0
31	-0,3	0,08	20,8	21,7	61	0
32	-0,3	0,08	20,9	22,3	64	0,1
33	-0,3	0,09	20,8	22,5	63	0,1
34	-0,3	0,08	20,8	23,1	63	0
35	-0,3	0,08	20,9	23,3	63	0
36	-0,3	0,08	20,7	22,8	64	0,1
37	-0,3	0,09	20,9	21,7	62	0,1
38	-0,3	0,07	20,8	21,8	60	0,7
39	-0,3	0,08	20,9	22,2	62	0
40	-0,3	0,09	20,8	21,2	61	0

Ek-G 30/08/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,4	0	20,8	17,5	60	4,6
2	-0,3	0,02	20,8	19,4	60	1,9
3	-0,3	0,07	20,8	18,4	64	0
4	-0,3	0,06	20,7	18,2	62	0
5	-0,3	0,06	20,9	17,6	63	0
6	-0,3	0,04	20,8	18,1	64	0
7	-0,3	0	20,9	16,5	61	0
8	-0,4	0,01	21	19	62	0,5
9	-0,3	0,05	20,8	18,4	63	0
10	-0,3	0,01	20,9	20,4	65	0,7
11	-0,3	0,02	20,7	19,2	61	0
12	-0,3	0	20,8	20	62	0
13	-0,3	0,06	20,7	18,4	64	0
14	-0,3	0	20,8	20,7	65	0
15	-0,3	0	20,8	20,5	64	0
16	-0,3	0,06	20,7	20,3	62	0
17	-0,3	0,04	20,8	17,8	63	0
18	-0,3	0,06	20,9	18,5	64	0
19	-0,3	0,07	20,8	18,7	64	0
20	-0,3	0,06	20,9	18,8	64	0
21	-0,3	0,05	20,8	18,9	63	0
22	-0,3	0,07	20,9	18,5	63	0
23	-0,3	0,03	20,8	19,3	62	0
24	-0,3	0,06	20,8	18,9	63	0
25	-0,3	0,02	20,8	20,6	62	0
26	-0,3	0,05	20,8	20,8	63	0
27	-0,3	0,06	20,9	20,6	64	0
28	-0,3	0,05	20,8	18,3	64	0
29	-0,3	0,01	20,9	20,7	63	0
30	-0,3	0,07	20,8	19,6	61	0
31	-0,3	0,07	20,8	18,4	63	0
32	-0,3	0,05	20,9	20,7	62	0
33	-0,3	0,05	20,7	18,6	63	0
34	-0,3	0,02	20,9	21	63	0
35	-0,3	0,05	20,8	20,9	62	0
36	-0,3	0,01	20,9	20,6	63	0
37	-0,3	0,04	20,8	18,5	64	0
38	-0,4	0	20,8	16,5	63	0
39	-0,3	0,06	20,8	20,8	64	0
40	-0,3	0,08	20,9	18,9	64	0

Ek-H 31/08/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,4	0	20,8	20,3	58	0,1
2	-0,4	0	20,7	21,5	59	0,1
3	-0,4	0,02	20,9	19,5	62	0
4	-0,4	0,01	20,8	20,1	64	0
5	-0,4	0,07	20,8	24,7	63	0
6	-0,4	0	20,9	22,7	61	0
7	-0,4	0,02	20,8	20,9	63	0
8	-0,4	0	20,8	21,5	60	0,2
9	-0,4	0,03	20,9	23,2	63	0
10	-0,4	0	20,9	24,7	64	0
11	-0,4	0	20,8	21,5	69	0
12	-0,4	0	20,9	23	60	0
13	-0,4	0	20,8	20,5	62	0
14	-0,4	0,01	20,7	22,8	63	0
15	-0,4	0	20,9	22,7	64	0
16	-0,4	0,03	20,8	23,4	65	0
17	-0,4	0	20,8	20	63	0
18	-0,4	0,02	20,9	22,8	62	0
19	-0,4	0,03	20,8	24,1	63	0
20	-0,4	0	20,8	22,6	62	0
21	-0,4	0,01	20,7	22,7	63	0
22	-0,4	0,03	20,8	22,1	63	0
23	-0,4	0	20,9	21,8	60	0
24	-0,4	0	20,8	20,9	61	0
25	-0,4	0,03	20,9	22,5	63	0
26	-0,4	0,01	20,8	23,1	63	0
27	-0,4	0	20,8	22	62	0
28	-0,4	0,02	20,9	23,2	62	0
29	-0,4	0	20,8	22,6	63	0
30	-0,4	0,02	20,9	21,6	64	0
31	-0,4	0,02	20,8	20,9	63	0
32	-0,4	0	20,9	23,2	61	0
33	-0,4	0	20,9	21,9	62	0
34	-0,4	0,02	20,8	22,1	63	0
35	-0,4	0,02	20,7	22,4	63	0
36	-0,4	0,03	20,8	21,8	63	0
37	-0,4	0,01	20,9	20,9	61	0
38	-0,4	0	20,8	21,6	61	0
39	-0,4	0,01	20,8	22,6	63	0
40	-0,4	0,02	20,9	23,2	64	0

Ek-I 13/09/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,3	0	20,9	20,2	57	0,8
2	-0,3	0	20,7	20,8	58	0
3	-0,3	0,18	20,6	20	61	0
4	-0,3	0,18	20,7	20,5	63	0
5	-0,3	0,21	20,7	21,4	62	0
6	-0,4	0,1	20,9	18,6	60	0
7	-0,3	0,13	20,6	19,1	62	0
8	-0,4	0	20,9	19,6	59	0
9	-0,3	0,16	20,6	21,1	62	0
10	-0,1	0,15	20,7	21,5	63	0
11	-0,3	0,09	20,9	21	58	0
12	-0,3	0,15	20,4	22,4	59	0
13	-0,2	0,16	20,6	21,1	61	0
14	-0,3	0,13	20,7	21,1	62	0
15	-0,3	0,12	20,7	21,7	63	0
16	-0,3	0,17	20,9	21,6	64	0
17	-0,3	0,14	20,6	19,6	62	0
18	-0,3	0,19	20,7	21,4	61	0
19	-0,3	0,12	20,6	21,8	62	0
20	-0,3	0,17	20,7	21,2	61	0
21	-0,3	0	20,6	21,2	62	0
22	-0,1	0	20,8	21,3	62	0
23	-0,1	0	20,8	21,4	60	0
24	-0,3	0,18	20,6	21,1	61	0
25	-0,3	0,13	20,5	21,6	62	0
26	-0,3	0,12	20,8	21,1	63	0
27	-0,3	0,12	20,7	20,4	61	0
28	-0,3	0,15	20,6	21,2	60	0
29	-0,3	0,18	20,8	21,4	62	0
30	-0,3	0,18	20,6	21,6	63	0
31	-0,3	0,13	20,6	20,6	62	0
32	-0,3	0,11	20,6	20,4	60	0
33	-0,3	0,16	20,7	21,2	62	0
34	-0,3	0,15	20,5	22,6	62	0
35	-0,2	0,15	20,7	21,2	60	0
36	-0,3	0,13	20,8	21,5	58	0
37	-0,3	0,15	20,7	21,6	63	0
38	-0,4	0	20,8	19,8	58	0
39	-0,3	0	20,7	22,2	59	0
40	-0,3	0,18	20,8	21,4	61	0

Ek-İ 14/09/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,4	0	20,8	20,3	58	0,2
2	-0,4	0	20,7	20,7	59	0,2
3	-0,4	0,07	20,9	21	61	0
4	-0,4	0,06	20,8	20,7	62	0
5	-0,4	0,1	20,7	21,5	62	0
6	-0,4	0,03	20,9	19,1	61	0
7	-0,4	0,04	20,5	19,2	63	0
8	-0,4	0	20,9	19,7	61	0,3
9	-0,4	0,05	20,8	21,2	63	0
10	-0,4	0,04	20,8	21,6	59	0
11	-0,4	0,03	20,6	21	62	0
12	-0,4	0,05	20,8	22,6	63	0
13	-0,4	0,03	20,7	21,1	59	0
14	-0,4	0,02	20,6	21,2	59	0
15	-0,4	0,01	20,7	21,7	62	0
16	-0,4	0,06	20,6	21,8	63	0
17	-0,4	0,03	20,6	19,8	64	0
18	-0,4	0,07	20,7	21,5	65	0
19	-0,4	0,02	20,6	21,7	62	0
20	-0,4	0,03	20,6	21,3	61	0
21	-0,4	0	20,7	21,3	62	0
22	-0,4	0	20,9	21,2	61	0
23	-0,4	0	20,9	21,5	62	0
24	-0,4	0,06	20,8	21,2	63	0
25	-0,4	0,02	20,9	21,8	60	0
26	-0,4	0,01	20,9	21,2	62	0
27	-0,4	0,01	20,8	20,6	63	0
28	-0,4	0,04	20,8	21,2	63	0
29	-0,4	0,07	20,9	21,5	62	0
30	-0,4	0,07	20,9	21,7	60	0
31	-0,4	0,03	20,8	20,8	63	0
32	-0,4	0,01	20,7	20,6	63	0
33	-0,4	0,05	20,8	21,2	62	0
34	-0,4	0,04	20,7	22,6	60	0
35	-0,4	0,04	20,8	21,2	63	0
36	-0,4	0,02	20,7	21,6	63	0
37	-0,4	0,04	20,7	21,7	61	0
38	-0,4	0	20,8	19,9	60	0
39	-0,4	0	20,8	21,8	61	0
40	-0,4	0,07	20,9	22,1	63	0

Ek-J 29/09/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,4	0	20,8	17,8	60	0,3
2	-0,4	0	20,9	19,6	61	0,8
3	-0,4	0	20,7	17,6	63	0
4	-0,4	0	20,7	17,3	64	0
5	-0,4	0	20,8	18,2	63	0
6	-0,4	0	20,9	18,8	63	0,2
7	-0,4	0	20,9	19,6	64	0,1
8	-0,4	0	20,9	18,1	62	0,8
9	-0,4	0	20,8	19,3	64	0,1
10	-0,4	0	20,7	18,2	65	0
11	-0,4	0	20,9	19,7	62	0,7
12	-0,4	0	20,8	20,7	63	0,1
13	-0,4	0	20,8	21,8	63	0,1
14	-0,4	0	20,9	20	64	0,1
15	-0,4	0	20,8	20,6	62	0,1
16	-0,4	0	20,7	18,5	63	0
17	-0,4	0	20,9	20,1	62	0,2
18	-0,4	0	20,8	19,6	61	0
19	-0,4	0	20,9	20,3	62	0
20	-0,4	0	20,8	21,4	63	0
21	-0,4	0	20,9	19,6	64	0
22	-0,4	0	20,8	21,5	62	0
23	-0,4	0	20,9	19,9	61	0,7
24	-0,4	0	20,8	21,5	64	0
25	-0,4	0	20,8	20,6	63	0,1
26	-0,4	0	20,9	20,5	62	0,1
27	-0,4	0	20,8	20,3	64	0
28	-0,4	0	20,7	21,8	63	0
29	-0,4	0	20,8	18	62	0
30	-0,4	0	20,7	17,5	63	0
31	-0,4	0	20,8	17,8	62	0
32	-0,4	0	20,9	21,2	64	0
33	-0,4	0	20,8	20,2	63	0,5
34	-0,4	0	20,9	20,4	63	0,5
35	-0,4	0	20,9	21,3	63	0,5
36	-0,4	0	20,8	20,4	62	0,2
37	-0,4	0	20,8	20	62	0,2
38	-0,4	0	20,9	18,4	62	0,6
39	-0,4	0	20,8	19,6	63	0
40	-0,4	0	20,8	19,1	62	0

Ek-K 30/09/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,3	0	20,8	19,2	59	0,7
2	-0,3	0	20,7	19,8	60	0,1
3	-0,3	0,16	20,6	19	62	0
4	-0,3	0,16	20,7	19,5	64	0
5	-0,3	0,19	20,8	20,4	63	
6	-0,4	0,09	20,9	19,4	61	0
7	-0,3	0,14	20,8	18,1	63	0
8	-0,3	0	20,8	18,6	61	0
9	-0,3	0,15	20,7	20,2	63	0
10	-0,1	0,13	20,8	21,5	62	0
11	-0,3	0,08	20,8	19	60	0
12	-0,2	0,12	20,6	21,8	62	0
13	-0,2	0,14	20,8	21,1	63	0
14	-0,3	0,1	20,7	21,7	63	0
15	-0,3	0,12	20,7	21,6	64	0
16	-0,3	0,15	20,9	20,4	63	0
17	-0,3	0,12	20,6	19,6	62	0
18	-0,3	0,18	20,7	21,4	63	0
19	-0,3	0,1	20,8	21,6	62	0
20	-0,2	0,15	20,7	20,2	63	0
21	-0,3	0	20,8	21,3	62	0
22	-0,1	0	20,7	20,6	62	0
23	-0,1	0	20,8	21,8	60	0
24	-0,3	0,16	20,7	21,5	63	0
25	-0,3	0,11	20,9	20,8	64	0
26	-0,3	0,1	20,8	21,2	65	0
27	-0,3	0,1	20,7	20,6	62	0
28	-0,3	0,14	20,6	21,4	63	0
29	-0,3	0,16	20,8	20,2	62	0
30	-0,3	0,16	20,6	20,4	63	0
31	-0,2	0,11	20,7	19,6	62	0
32	-0,2	0,09	20,6	21,1	64	0
33	-0,3	0,14	20,8	20,6	64	0
34	-0,2	0,13	20,7	20,3	62	0
35	-0,3	0,12	20,8	20,1	61	0
36	-0,3	0,1	20,6	21,1	60	0
37	-0,2	0,12	20,7	20,7	64	0
38	-0,4	0	20,8	20,2	60	0
39	-0,3	0	20,7	20,1	61	0
40	-0,2	0,14	20,8	20,7	63	0

Ek-L 29/10/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,5	0	20,9	15,6	55	0,2
2	-0,5	0	20,9	16,3	56	0
3	-0,5	0	20,8	15,4	58	0
4	-0,5	0	20,9	14,3	60	0
5	-0,5	0	20,9	15,2	59	0
6	-0,5	0	20,8	16,3	58	0
7	-0,5	0	20,9	19,7	59	0,1
8	-0,5	0	20,9	10,6	57	0,2
9	-0,5	0	21	17,8	59	0
10	-0,5	0	20,9	15,2	58	0
11	-0,5	0	21	17,3	56	0
12	-0,5	0	20,9	17,1	58	0
13	-0,5	0	20,9	17,4	59	0,1
14	-0,5	0	21	14,8	59	0,1
15	-0,5	0	20,9	15,3	60	0,1
16	-0,5	0	21	16,5	59	0
17	-0,5	0	20,9	15	59	0
18	-0,5	0	20,8	16,2	58	0
19	-0,5	0	20,8	17,1	56	0
20	-0,5	0	20,9	16,4	58	0
21	-0,5	0	20,8	15,6	58	0
22	-0,5	0	20,9	16,5	56	0
23	-0,5	0	20,9	17,4	59	0
24	-0,5	0	21	16,3	60	0
25	-0,5	0	20,8	17,1	61	0
26	-0,5	0	20,9	15,2	58	0
27	-0,5	0	21	15,6	58	0
28	-0,5	0	20,9	16,3	58	0
29	-0,5	0	20,9	17,2	59	0
30	-0,5	0	20,9	17,5	58	0
31	-0,5	0	20,8	16,6	60	0
32	-0,5	0	20,8	17,5	60	0
33	-0,5	0	21	17,2	58	0
34	-0,5	0	20,9	15,3	57	0,1
35	-0,5	0	20,8	14,7	56	0,1
36	-0,5	0	20,9	13,8	60	0
37	-0,5	0	20,9	15,9	56	0
38	-0,5	0	20,8	15,8	57	0
39	-0,5	0	20,9	16,7	57	0
40	-0,5	0	21	15,9	59	0

Ek-M 30/10/2010 tarihinde tuz mağarası galerilerinde yapılan ölçümler

Lokasyon No	LEL (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)	SICAKLIK (^{0}C)	NEM (%rel)	HIZ (m/sn)
1	-0,4	0	20,8	14,6	53	0,6
2	-0,4	0	20,9	15,4	55	0,5
3	-0,4	0,07	20,8	13,4	56	0,2
4	-0,4	0,07	20,7	12,3	57	0,1
5	-0,4	0,08	20,8	14,2	55	0
6	-0,4	0,08	20,8	15,3	54	0
7	-0,4	0,03	20,7	17,7	54	0
8	-0,4	0,08	20,6	15,8	53	0,2
9	-0,4	0	20,9	16,7	52	0,1
10	-0,4	0,05	20,8	13,2	50	0,7
11	-0,4	0,06	20,7	16,3	51	0
12	-0,4	0,03	20,5	16,1	53	0,3
13	-0,4	0,02	20,7	16,4	56	0,5
14	-0,4	0,01	20,8	15,2	57	0,2
15	-0,4	0,03	20,9	13,4	55	0
16	-0,4	0,05	21	13,6	55	0
17	-0,4	0,04	20,7	17,5	53	0,1
18	-0,4	0,02	20,5	15,6	52	0,2
19	-0,4	0,05	20,6	21,1	50	0,5
20	-0,4	0,06	20,5	13,6	55	0,7
21	-0,4	0,02	20,7	14,7	56	0,5
22	-0,4	0,04	20,5	14,9	53	0,3
23	-0,4	0,03	20,6	15,1	51	0,2
24	-0,4	0,02	20,9	16,1	50	0,3
25	-0,4	0,07	21	13,9	54	0,5
26	-0,4	0,08	20,8	14,5	52	0,7
27	-0,4	0,06	20,5	16,2	53	0,5
28	-0,4	0,02	20,7	17,1	55	0,4
29	-0,4	0,03	20,9	13,8	57	0,3
30	-0,4	0,05	20,8	12,9	56	0,2
31	-0,4	0,03	20,7	13,5	53	0,2
32	-0,4	0,02	20,4	17	54	0,3
33	-0,4	0,05	20,5	15	51	0,4
34	-0,4	0,03	20,6	14,3	50	0,3
35	-0,4	0,02	20,7	15,2	52	0,6
36	-0,4	0,07	20,9	15,6	54	0,7
37	-0,4	0,05	20,7	14,3	57	0,5
38	-0,4	0,06	20,6	17,2	58	0,7
39	-0,4	0,07	20,5	15,1	51	0,3
40	-0,4	0,02	20,8	13,2	52	0,2

ÖZGEÇMİŞ

Ziya Dede 25.07.1986 tarihinde Çankırı'da doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini Çankırı'da tamamladı. 2005 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Haziran 2009'da mezun oldu. 2009 yılında Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı ve yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.