

Dünya'da Büyük Ölçekli İlk Piroteknoloji Uygulaması: Mahkemağcin Yeraltı Şehri (Kızılcahamam, Ankara)

Kızılcahamam'a (Ankara) bağlı Mahkemağcin Mahallesi (köyü), aynı isimle anılan arkeolojik sit üzerinde bulunmaktadır. Bu yerleşim piroklastik kayalar (ignimbit) içine kazılarak, yapay mağara biçiminde oluşturulmuştur. Dört katlı kaya oyma yerleşimi olan ve "yeraltı şehri" olarak tanınan bu arkeolojik merkezin en üstteki dördüncü katı ziyaret edilebilir haldedir. Her birinin ayrı girişi olan merkezde odalar dikdörtgen şekilli ve düz yüzeyli olup, bazılarında süsleme ve kubbeli tavanlar bulunmaktadır. 4. katta şapeli (küçük kilise), 3. katta üzüm işleme atölyesi olan yeraltı şehrinin, yakın zamanda bulunan mermer yazıt ile Galat yerleşimi olduğu doğrulanmıştır. Buranın en büyük özelliği, bütün yeraltı şehrinin iç duvarlarını kaplayacak şekilde, anakayanın üzerinde 1-5 cm kalınlığında kabuk bulunmasıdır. Kabuk, bir çeşit termal alterasyon ürünü olup, odaların içinde ateş yakılarak, bilerek isteyerek meydana getirilmiştir. Milattan sonra 243 (+/-260) yılına tarihlenen bu piroteknoloji uygulamasının asıl nedeni, gevşek ve kolay aşınan duvarları sertleştirmek ve daha konforlu yaşam elde etmek olarak yorumlanmaktadır.

Nizamettin Kazancı^{1,2}

¹ Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği
Bölümü Emekli Öğretim Üyesi

² Jeolojik Mirası Koruma Derneği

GİRİŞ

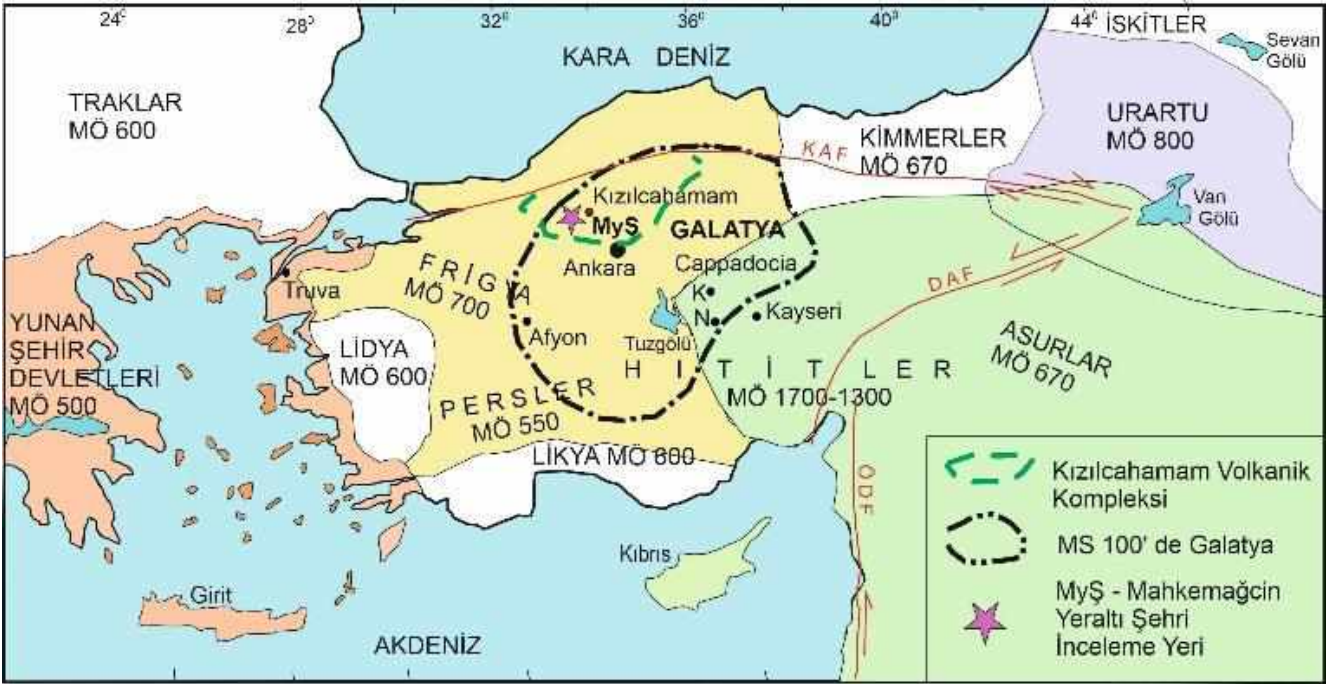
Dünyadaki nadir varlıklar, tarihteki ilk olaylar veya ilk uygulamalar her zaman olağanüstü ilgi çekmiş, merak uyandırmıştır. Bunlar "doğal veya kültürel miraslardır", bilinmeyi ve korunmayı hak ederler. Doğal ve kültürel miraslar buldukları yere değer katmakla birlikte, insanlığın ortak malıdır, ulusal ve uluslararası kuruluşlarca belgelenmeleri, tescil edilmeleri ve gelecek kuşaklara aktarılması için her türlü

tedbirin alınması önerilmektedir. İnsan eliyle ortaya çıkan küresel iklim değişikliklerinin yoğunlaştığı son yirmi yıldır, miras alanlarının önemi iyice artmış, turizm yolu ile yerel kalkınmaya hizmet ettikleri için de “aranır” olmuşlardır. Böyle olağanüstü değerde kültürel jeoloji varlıklarından biri Ankara’dadır ve uzun zamandır yer bilimcilerin çabalarına karşın yerel yönetim ve kamuoyu farkındalığı sağlanamamıştır. Frigler tarafından kazılmış, Galatlar tarafından kullanılmış, Ankara Kızılcahamam’daki “Mahkemağcin Yeraltı Şehri - MyŞ”, geniş çaplı piroteknolojinin dünyada uygulandığı ilk yerdir (Şekil 1, 2). Buna ilişkin bilimsel araştırma sonuçları Geoarchaeology’de yayınlanmıştır [1]. Bu yazının amacı ise bilimsel önemi uluslararası düzeyde doğrulanmış böyle önemli jeoloji ve kültür varlığına dikkat çekmek, yerel kalkınmada kullanılması ve daha iyi değerlendirilmesi için çağrı yapmaktır.

İç Anadolu bölgesi, özellikle de Ankara civarı çok sayıda arkeolojik ve tarihi alanları kapsar. Hitit, Asur, Frig, Pers, Roma, Galat, Bizans, Selçuk ve Osmanlı dönemlerinden kalma höyük, anıt mezar (tümülüs), kale, sur, sarnıç, köprü, hamam, bina ve konak tarzında çeşitli kültürel miras unsurları bulunmaktadır. Buralardan çıkan parçalar Anadolu Medeniyetleri Müzesi’nde görülebileceği gibi, daha ayrıntılı bilgilere Kültür ve Turizm Bakanlığı kayıtlarından ulaşılabilir (URL-

1). Bu çeşitlilik ve zenginlik olağandır, çünkü Ankara ve civarı Bronz Çağı’ndan bu yana çeşitli kültürlerin büyüme ve gelişim yeri olmuştur (Şekil 1). Çoğu kez kültürlerden biri diğerinin üzerine gelmiş, aynı mekanları kullanmışlardır. Bu durum höyüklerde katmanlar halinde, farklı zamanların yaşamları üst üste tespit edilmektedir. Bu yazıda konu edilen ve önceki yayınlarda ‘Mahkemağcin Yeraltı Şehri -MyŞ’ olarak anlatılan, daha doğru ifade ile ‘Mahkemağcin Kaya Oyma Yerleşimi’ üst üste yerleşim örneklerinden biridir ve Friglerden günümüze kadar kullanılagelmiştir [2, 3] (Şekil 1, 2). Burası asıl fonksiyonunu ve zenginliğini Galatlar döneminde kazanmıştır [1]. MyŞ’i diğer arkeolojik yerleşimlerden ayıran özellik, o zamanki sakinlerinin yaşam kalitesini yükseltmek için “piroteknoloji uygulaması” yapılmış ve duvarların sertleştirilmiş olmasıdır (Şekil 3a-f). Bu uygulama Anadolu’daki tek örnek olup, büyük olasılıkla dünyada da ilktir ve MyŞ’yi üstün “kültürel miras” konumuna getirmektedir.

Kaya oyma yerleşiminin kullanılma başlangıcı ve gelişmesi, halk arasındaki adı ile “mağara evler”, Hasankeyf arkeolojik alanında tespit edildiği gibi erken Neolitik dönemlere kadar gider. Kapadokya ve Afyon bölgelerinde güzel örnekleri vardır. Bunlar, zayıf tutturulmuş ignimbrit veya bol su kapsadığı için kazılmaya uygun litolojiler üzerinde (örneğin kireçtaşları) açılmışlardır. Hemen



Şekil 1. İnceleme yeri buldur haritası ve bölgede egemen olan medeniyetler. İşaretli alanlar ilgili medeniyetin verilen zamandaki sınırlarını gösterir

daima çok katlı olarak kazılırlar. Yaşam alanı olduğu gibi depolama yerleri olarak da kullanılırlar. Yeni kazılanlar hariç Kapadokya bölgesinde önceki zamanlara ait en az 127 adet kaya oyma-yeraltı şehri tespit edilmiştir [4]. Kayseri civarında sekiz adet yenisi bulunmuştur [5]. Bu yerleşimlerin temel özelliği yaz kış ısılarını koruması, özellikle sıcak yaz aylarında tercih edilmeleridir. Bu sebeple güncel olarak da kazılmaya ve kullanılmaya devam edilmeleri söz konusudur. Özetle, kaya oyma yerleşimleri her zaman yokluk-fakirlik yüzünden değil, sıcak yaz aylarında serinlik arayışındandır. Öte yandan, tüfler içinde açılan kaya oymalarının başlıca sorunu, tavan ve yan duvarlarından sürekli döküntülerin olması, içindeki yaşamı zorlaştırmasıdır. Bu sorun piroteknoloji uygulaması ile Mahkemağcin Yeraltı Şehri'nde çözülmüş görünmekte olup, inceleme konumuzu oluşturmaktadır.

Mahkemağcin, Kızılcahamam'a (Ankara) bağlı, merkezden 20 km uzakta, Kirmir Çayı kenarında köy-mahalledir (Şekil 1, 2). Buradaki ye-

raltı şehri yamaçta, dört katlı, her katın ayrı çıkışı olduğu kaya oymadır. Yerleşim odaları yanında bir adet şaraphanesi, şapeli, yönetici odası bulunmaktadır. Mahkemağcin Köyü, tarihi yerleşim yerinin üzerine kurulmuş olup uzun yıllardır mağaraları köy sakinleri kendi amaçları için kullanılmaktadır. Kızılcahamam-Çamlıdere Jeopark projesi çalışmaları ile yeraltı şehri temizlenmiş ve 'kültürel jeosit' olarak önerilmiş ve 2014 yılında "arkeolojik sit olarak tescil edilmiştir [2, 3, 6, 7].

DUVARLARDAKİ KABUK

Mahkemağcin Yeraltı Şehri'ni benzerlerinden ayıran özellik, odaların duvar, taban ve tavanlarında kalınlığı 1-5 cm arasında değişen "kabuk" bulundurmasıdır (Şekil 3, 4). Yer yer aşınmış veya insan eliyle tahrip olmuş kabuk, yüzeye sıva veya benzer şekilde ekleme değil, ana kayacın değişmiş halidir (Şekil 4 a, b). İlginç olan kabuğun ana kayanın kendisinden daha sert ve düzgün yüzeyli olmasıdır. Aşağıda bu kabuğun oluşumu ve muhtemel piroteknoloji uygulaması ele alınmıştır.



Şekil 2. Mahkemağcin Köyü ve Mahkemağcin Yeraltı Şehri (MyŞ). Oklar 4. kattaki oda girişlerini, 1-9 rakamları metinde tanıtilen odaları ve örnek yerlerini işaret etmektedir

Kayaçlarda kabuk ve kabuklaşma, olağan, doğal bir süreçtir ve her zaman bulunduğu yüzeyi sertleştirir. Liken büyümesi ile biyojenik kabuk kayalarda sıkça görülen oluşumdur [8]. Volkanik kayaçlarda, özellikle çatlaklar boyunca silisin ve camsı malzemenin bozulması (devirifikasyon) sonucu, kabuk meydana gelmesi izlenir [9]. Kapadokya peribacalarının çoğunda alterasyona bağlı (oksitlenme) kabuk bulunur ve aşınmayı nispeten önlemektedir [10]. Ancak, bu doğal süreç atmosfere açık yüzeylerde gelişebilir, Mahkemağcin'de ise tersine kapalı mekanlarda, odaların içinde gözlenir (Şekil 3).

JEOLJİK KONUM

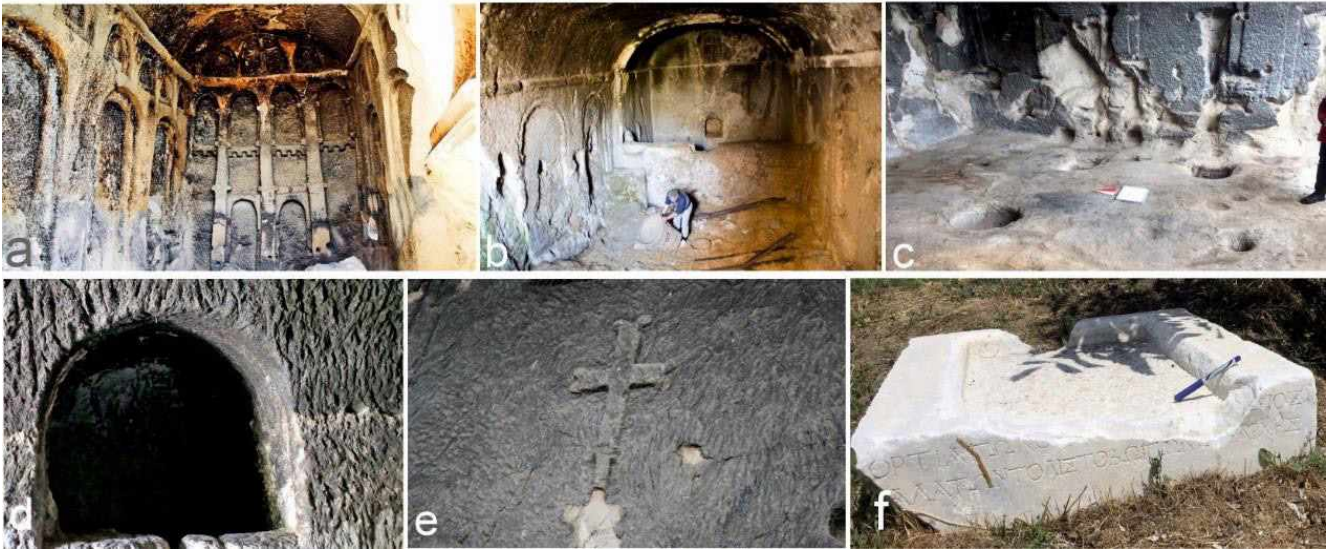
İnceleme bölgesi jeoloji kayıtlarında Kızılcahamam Volkanik Kompleksi, Galatya Volkanikleri, Köroğlu volkanikleri gibi adlarla anılır ve yaklaşık 12 bin km² alan kaplar [11, 12]. Çoğunlukla volkaniklastiklerden kuruludur. Volkanik alanın kuzeyi Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile sınırlanmıştır, doğu, batı ve güneyi ise Neojen yaşlı tortul istiflerle yanal geçişlidir [13]. Volkanitler bileşim ve zaman olarak kabaca üç evrede gelişmişlerdir. Birinci evre volkanikleri 23-18 milyon yıl yaşında ortaç ve asidik karakterli kalk-alkaline kayaçlardır. İkinci evredeki 16-14 milyon arasında yerleşmiş piroklastiklerden oluşur [14] ve üçüncü evre volkanitleri ise çoğunlukla bazaltik bileşimli kayaçlar olup yaşları 11-9 milyon yıl olarak belirtilmektedir [15, 16, 17, 18, 19].

Mahkemağcin Köyü civarında hem birinci hem de ikinci evre volkanikleri açık olarak gözlenir. Birinci evre volkanizmasının ürünleri piroklastikler, ikinci volkanik evreye ait kayaçlar ise köyün hemen kuzeyinde, bazaltik lav akmaları ve breşler olarak bulunmaktadır (Şekil 5). Piroklastikler beyaz renkli tüfler ile bunlar arasında tutturulmuş ve bu nedenle arazide çıkıntılar teşkil eden ignimbritler halindedir. MyŞ, tüfler içerisindeki 10-20 m arası kalınlığa sahip, merceksi ignimbrit seviyesi içine oyulmuştur (Şekil 5). Bölgenin dikkat çekici yer şekilleri olan Abacı Peribacaları da bu ignimbritlerin aşınmasıyla ortaya çıkmıştır.

Mahkemağcin civarındaki piroklastikler ve içindeki ignimbritler üzerine radyometrik yaş verisi yoktur. Birimin yanal devamındaki fosil ağaçlar [20, 21] ile spor polen kapsamı ve tortul istiflerle stratigrafik ilişkilerine dayanarak [13, 22], oluşum yaşlarının Orta Miyosen'in erken dönemi (Erken Orta Miyosen) olduğu söylenebilir.

MAHKEMAĞCİN YERALTI ŞEHİRİ (MyŞ)

MyŞ, Kirmir Çayı'na ulaşan mevsimlik Uzun-dere'nin sol yamacında, güneye bakar şekilde konumlanmıştır (Şekil 2, 5). Yeraltı şehri henüz tümüyle ortaya çıkarılabilmemiş değildir. Burada verilen bilgiler Kızılcahamam-Çamlıdere Jeopark projesi kapsamında değişik zamanlardaki gözlemlere ve kabuk oluşumu için yapılan analiz-



Şekil 3. MyŞ'deki bazı odalar ve iç görünüşleri; a) Şapel, b) Şaraphane, c) 4 no'lu odanın içi. Duvarlarda kabuk oldukça kalın ve is nedeniyle siyah olarak görülür. Tabandaki oyuklar ve dökülen kabuk altında açık renkli ana kaya belirgindir, d) 5 no'lu odada duvara oyulmuş niş. Üzerindeki vurma izleri ve niş içinde kabuk varlığı dikkat çeker, e) 5 no'lu oda duvarında üzerinde kabuk olan kutsal haç, f) MyŞ'de bulunan mermer yazıt (ölçek-kalem 15 cm)

lere dayanır [1, 2, 3, 23]. Son iki yılda Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi tarafından durum tespiti ve odaları temizleme çalışmalarına başlanmıştır. Dört katlı şehrin ilk iki katı köy yolu ve köy evleri ile örtülü, 3. katı kısmen, 4. katı ise tamamen açık ve gözlenebilir haldedir. Yerleşimin güneye bakan cephesinin sağ tarafında, 9 no'lu odanın hemen yanında tünel kesitli koridor bulunmaktadır (Şekil 2). Odaların girişten karşı duvara olan derinliği genişliklerinden daha fazladır (Tablo 1). 3. katın en görkemli yapısı şaraphanedir (Şekil 3b). Bu kattaki odaların sayıları, alt-üst kat ilişkileri tam belli değildir, yalnızca üç tanesi temizlenip ortaya çıkarılmış olup, köy sakinleri tarafından kullanılageldiği için göreceli iyi korunmuşlardır. 2022 yılı ilkbaharında ziyarete açık olan ve yaklaşık 7 no'lu odanın düşey hizasına gelen mağara-odanın eni 4.44 m, derinliği 7.10 m, tavan yüksekliği 3.52 m'dir. 4. kat odaları ise atmosferik şartlara açıktır. Düşey çatlaklardan su girmesi ve kaya blok düşmeleri nedeniyle çoğu odanın önü yıkılmıştır (Şekil 2). Odaların bazıları bağımsız, bazıları ise birbirlerine bağlantılıdır. Bu kattaki odaların neredeyse tamamı yeniden düzenlenmiş, tavanları yükseltilmiş ve oyma ile süsleme yapılmıştır. Bir kısım odalara kubbe şeklinde tavan oluşturulmuştur. Bu kattaki odalardan bazıları diğerlerinden çok daha geniş ve iç odası vardır (yönetici odası?!). Renkli duvarları, dua bölmeleri ve haçların varlığı ile Şapel olduğu anlaşılan oda bu kattadır (Şekil 3a). Kısaca, odaların büyüklüğü değişkendir. Tümünün tabanlarında rastgele dağılmış, 50-60 cm çapında ve 35-40 cm derinliğinde, sayıları 3-5 arasında değişen, muhtemelen yiyecek saklanan çukurlar mevcuttur (Şekil 3c). Bazı odaların duvarlarına gömülü düzgün biçimli oyuklar (niş), bazıları

ise haç işareti gözlenir (Şekil 3 d,e). Kazma izleri hemen her yüzeyde korunmuştur. Bütün odaların iç yüzeyleri, nişler, taban çukurları kabuk ile kaplıdır (Şekil 3 a-e).

Mahkemağcin ve Kızılcahamam, kurak iç Anadolu ile yağışlı Karadeniz arasında, geçişli iklim bölgesinde bulunur. Aynı şekilde doğu ile batı arasındaki ulaşım yollarının kesişme yerindedir. Bu iki özellik Kızılcahamam civarını yerleşim için çekici yapmış olsa gerek, Hititlerden başlayarak bölge devamlı iskân alanı olmuştur (Şekil 1). Bu nedenle Kızılcahamam civarında çokça Frig, Pers, Galat, Roma, Selçuk, Osmanlı dönemi eserleri bulunur (URL-1). Zaten, Ankara Galatların yönetim merkezi kabul edilir ve bu konuda Strabon'un (MÖ 63- MS 24) Geographika'sı başta olmak üzere geniş bir literatür bulunmaktadır [24, 25, 26, 27, 28]. Şaşırtıcı şekilde, Mahkemağcin ve Myş yukarıdaki arkeoloji kayıtlarında yoktur, yakın zamanda (2014) kültür varlığı olarak tescil edilmiştir. Köy yakınında bir tarlada bulunan yazıt (Şekil 3f), bu şehrin Galatların Tolistobogii koluna bağlı olduğunu kesinleştirmektedir [7]. Ankara Roma Hamamı açık hava sergisinde bulunan yazıtta Grek alfabesi ile "...Tolistobogii Tetrarki Ortegon'un oğlu..." ifadesi okunmaktadır (Şekil 3f). Yazıtı bulunduran beyaz mermer, rengi ve dokusu ile tipik Bilecik Beyazı'dır, bu bölgede bulunan kayaç değildir, yazıt için özel olarak getirilmiş olmalıdır. Bu belge (yazıt), ziyaretin yapılmasının, ziyaret eden kişinin ve ziyaret edilen yerin önemini ortaya koymaktadır. Ziyaret, bütün iç mekanlarında kabuk oluşturularak süslü, görkemli ve refah hale getirilmiş bir yerleşime yapılmıştır. Belki de ziyaretin tek sebebi bu tozdan topraktan arındırılmış şehri görmek içindir. Tümü, Myş'nin Galatların önemli yerleşim merkezlerinden olduğu-

Tablo 1. Mahkemağcin Yeraltı Şehri 4. Kat odalarının boyutları (oda yer ve numaraları Şekil 2'dedir)

ODA No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koridor
En / genişlik, m	4,14	4,39	7,38	3,67	5,89	5,10	3,95	5,98	6,70	1,40
Derinlik (girişten karşıya), m	7,17	14,54	3,83	5,25	8,97	6,83	5,38	6,93	5,95	
Tavan, yükseklik, m	3,5	3,68		5,50	5,20			3,19 kirişe	3,20	2,15
Açıklama	KD'sunda şekilsiz çukur (belki yarım bırakılmış oda kazısı)	Seviye 3.kata iner, arakat olabilir	İç odalı En 3,12 der. 5,41	şapel			Giriş çökük	Tavan kubbe 5,05 m		

na işaretir. Tarihi kayıtlar Galatların MÖ 278'de Orta Avrupa'dan itilerek Anadolu'ya geldiklerini, üç grup halinde Kırıkkale-Kırşehir-Yozgat civarına (Trocmii'ler), Ankara civarına (Tectosages'lar) ve Kızılcahamam-Gordion civarına (Tolistobogii'ler) yerleştiklerini bildirmektedir. Uzun süre Orta Anadolu'ya egemen olmuşlar, Kral Amyntas'ın MÖ 25'de ölümünden sonra Roma eyaletlerinden biri olmuş ve Tetrark adı verilen yerel yöneticiler eliyle idare edilmiş, MS 4 yy'dan sonra Anadolu halkları arasına karışıp kaybolmuşlardır [24, 25, 26] (Şekil 1). MyŞ, Galatlar'ın İstanbul'daki Galata Kulesi'nden sonra Anadolu'daki en önemli kültür varlığı olarak görünmektedir.

ANAKAYA VE KABUK ÜZERİNDE YAPILAN İNCELEMELER

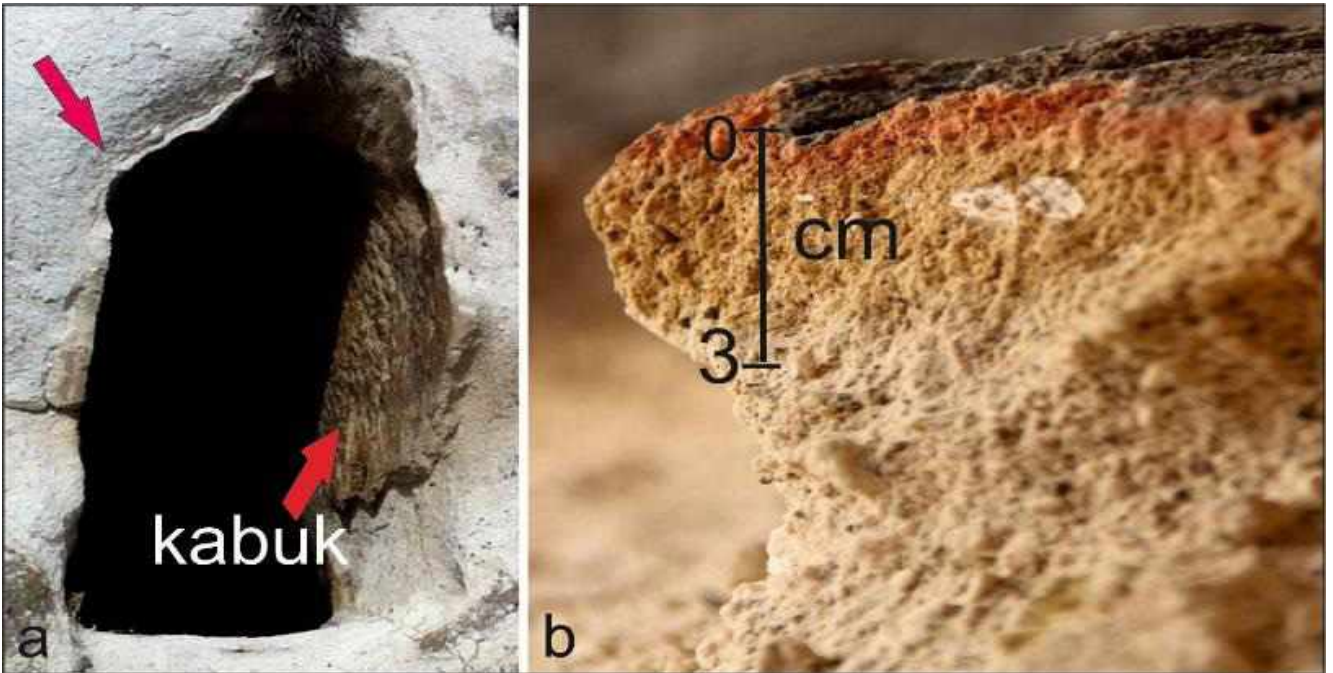
Mahkemağcin Yeraltı Şehri odalarının farklı bölümlerinde yapılan gözlem ve ölçümler, oda yüzeylerini kaplayan kabuğun 1-5 cm arasında olduğunu, düz duvar genişliği arttıkça kabuğun göreceli kalınlaştığını göstermiştir (Şekil 3, 4, 6). Ana kaya ve Kabuğun niteliklerini ortaya koymak için, değişik yerlerdeki düşmüş bloklardan alınmış örnekler üzerinde, tekrarlı fiziksel, petrografik, mineralojik, jeokimyasal analizler yapılmıştır. Analizlerin amacı kabuk ile kabuğun üzerinde olduğu ana kayanın karşılaştırmasını yapmak

ve kabuklaşmada ortaya çıkan değişimleri belirlemektir. Analiz yöntemlerinin ayrıntıları [1]'de verilmiştir. Burada yalnızca sonuçlara değinilmektedir.

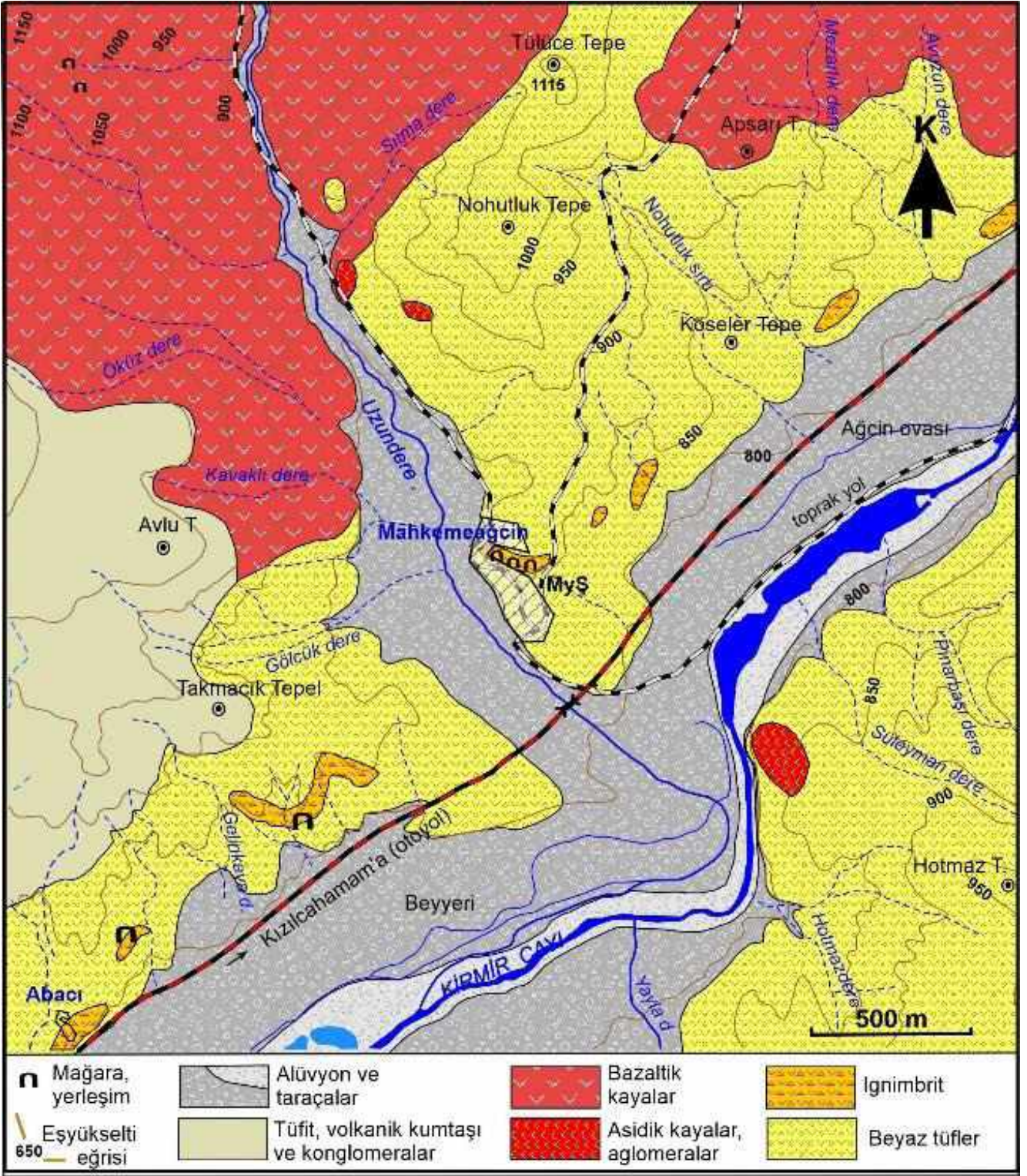
Kayaçlarda ve kabukta yüksek ısının etkileri

Yukarıda değinildiği gibi, kayaç yüzeylerinde ve tortulların üstlerindeki doğal kabuk oluşumunun bütün bilinen örnekleri, atmosferik şartlarda gerçekleşmektedir. MyŞ'de ise kabuk kaya oyma odalarda, yağmur ve güneşe kapalı yerlerde gelişmiştir. İlâveten bu kabuk, sahip olduğu kiremit rengi ve anakayaaya dereceli geçişi ile yüksek ısı etkisini ilk bakışta düşündürmektedir. Öte yandan, arkeolojik alanlarda yangın olağan ve genellikle yerleşimlerin terkedilme sebebidir. MyŞ kabukları yangına bağlı değildir, çünkü, kabuklaşma yerleşimin bütün iç mekanlarında homojen şekilde görülmektedir. Yangınlarda ateş etkisi parçalar halinde, yanan yerlerde gözlenir.

Yüksek ısının kayalara tesirini gözden geçirmek için ana kaya örnekleri önce 550 sonra 950 °C'ye kadar ısıtılmış ve analiz edilmiştir (Şekil 7). Bu iki ısı değerinin tercih edilmesi, günümüz fabrikalarında tuğla üretimi için gerekli sıcaklıklar olması, kil ve demir minerallerinin bu ısılarda bozulmalarıdır.



Şekil 4. MyŞ'deki kabukların yakın plan görünüşü; a) 9 no'lu odaya yakın koridor çıkışı ve koridor kesiti. Kabuk koridor içini kaplamaktadır. Açık renkli olanlar ana kaya (ignimrit)'dir, b) Kabuğun kesiti. Kiremit rengi kabuğun tanıtman özelliğidir. Kabuğun üstünde siyah renkli micron kalınlığında is tabakası vardır



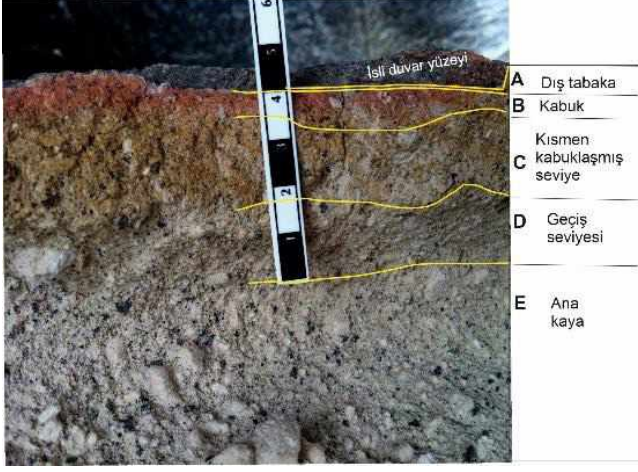
Şekil 5. İnceleme bölgesi ve yakın civarının topografik ve jeolojik haritası. Tüfler içinde ignimbrit seviyeleri ayrıca işaretlenmiştir. Güneye bakan oda girişleri, Kirmir Çayı'nın sekilerinin 50 m üstünde, tatlı suya yakın, kuzey rüzgârlarına karşı korunaklı, etrafındaki geniş tarım arazileri ile MyŞ mükemmel saha konumuna sahiptir

Anakayacın litolojisi, bileşimi ve dokusu

Kabuğun üzerinde olduğu ignimbrit (anaka-ya) esas itibarıyla ince-orta taneli tuf olup, bolca pümis, volkanik cam ve andezitik-riyolitik kayaç parçaları ile daha az oranda mineral taneler-

den kuruludur. Anakayacı çoğunlukla plajyoklaz (% 37-39), daha az oranlarda alkali feldspat (% 9-13), muskovit-serizit (% 8-12), zeolit (% 6-8) ve kuvars (%2) oluşturmaktadır. Matriks yer yer gözlenir ve silt boyu pümis ile volkanik cam par-

çalarından oluşmuştur. Bileşim, bolca mağara bulunduran Afyon ve Kapadokya ignimbitlerine kabaca benzerdir. Dikkat çeken husus MyŞ ignimbitlerindeki silis varlığının (% 65-66) diğerlerinden nispeten daha az olmasıdır (Kapadokya-Cemilköy % 69; Afyon % 73).



Şekil 6. MyŞ'de iyi gelişmiş bir kabuğun bölümleri ve dereceli olarak anakaya'ya geçişi (ölçek cm'dir)

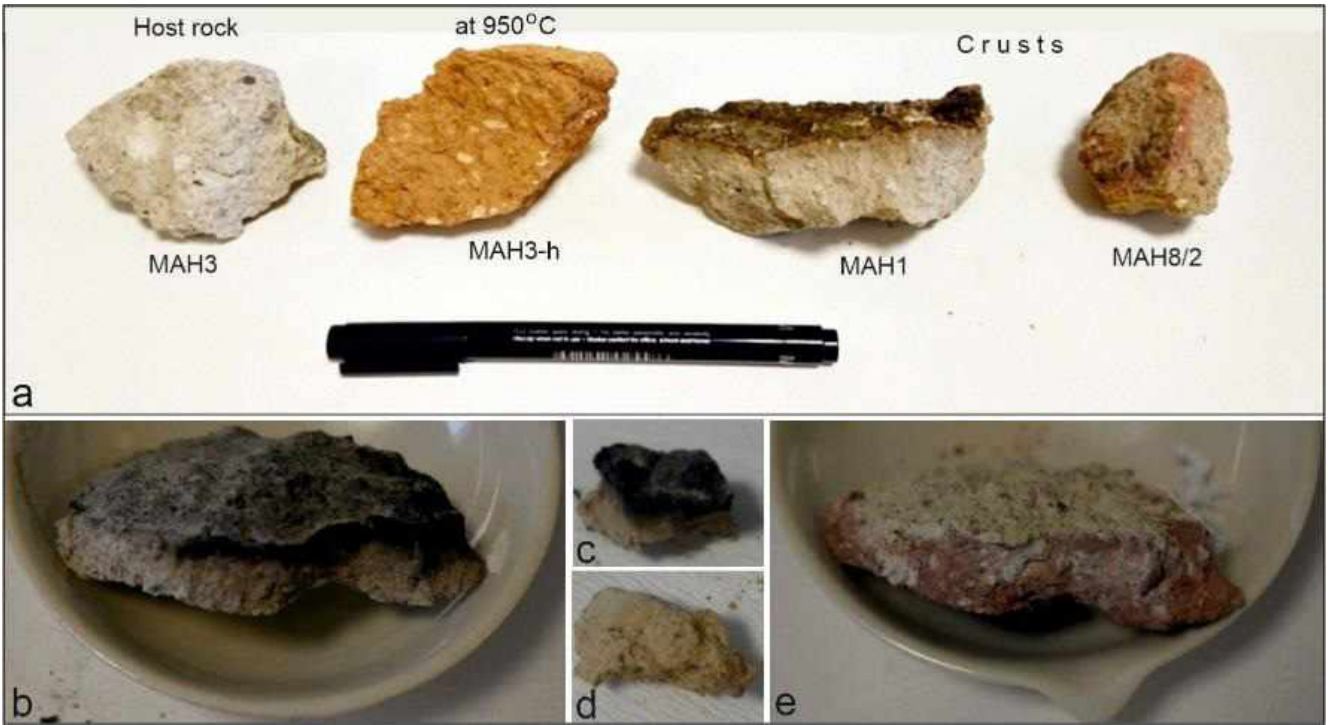
Kabuğun yapısı, sertliği ve dayanımı

Kabuğu tanımlayıcı özelliklerin başında rengi, sertliği, kalınlığı ve dokusu gelir. Hemen belirtelim ki, dıştan bakıldığında görülen siyah renk kabuğun oluşumu ile alakalı değildir, sonradan, kullanım sırasında meydana gelmiştir. Bir başka

ifade ile kabuk üzerinde biriken is ve kirdir. Bu siyah is tabakasının altında kabuğun asıl rengi olan sarımsı kırmızı gözükür (Şekil 4b, 6). Renk bazı yerlerde bej ve gridir. Kabuk, anakaya ile doku bakımından olduğu gibi renk bakımından da geçişlidir. Kırmızı renk önce açık kahverengiye, sonra bej ve griye dönüşür (Şekil 4b, 6). Sürtünmenin çok olduğu yüzeylerde (örneğin Şapelde) is az iken, rutubetin olduğu yüzeylerde, örneğin şaraphanede kabuk bozulmuş ve soyulmaya yüz tutmuştur (Şekil 3a,b).

Fiziksel olarak, kabuk belirgin şekilde anakayadan settir. Anakayada sürtünmede tane dökülmeleri görülürken kabukta hiçbir şekilde dökülme olmaz. Bu durum kabuğun sert ve dayanımlı olmasının sonucudur. 1, 2, 4 ve 8 numaralı odaların duvarlarında Schmidt Çekici ile yapılan ölçümlerde, kabuğun ana kayaya göre iki kata yakın daha dayanımlı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8).

Yukarıdakilere ilave olarak anakaya, ısıtılmış anakaya ve kabuk örneklerinin el penetrometresi ile dayanımı ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Anakayada dayanım ortalama 3.6 kg/cm² iken, 950°C'de ısıtılmış anakayada 5.9 kg/cm², kabuk örneklerinde ise 6.1-6.3 kg/cm² olarak tespit edilmiştir.



Şekil 7. 1, 2, 3 ve 4 no'lu odalardaki kabuk (crust) ile anakayada (P.Rock) Schmidt Çekici test sonuçları. Bir örnek (exp) MyŞ dışındaki ignimbite aittir

Jeokimyasal ve mineralojik bileşim

Kayaçların mekanik özellikleri doku ile olduğu kadar mineralojik bileşimleri ile de yakından ilişkilidir. Örneğin, gözenekler dayanımı azaltırken silis, özellikle amorf silisin varlığı dayanımı artırmaktadır [29]. MyŞ'deki kabuğun özelliklerini tespit için XRD ve XRF temel oksit değerleri ve mineral kapsamı belirlenmiş, ana kaya ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca ana kaya örnekleri kabuğun olduğu varsayılan yüksek ısı derecelerine kadar (950 °C) maruz bırakılıp analiz edilmiş ve çapraz karşılaştırmalar yapılmıştır. Beklendiği gibi, kabuktaki silis oranı göreceli fazladır. Aynı şekilde ısıtılmış anakaya örneklerinde de silis artışı söz konusudur. Yüksek sıcaklıklarda bir kısım pümis camı malzemeye dönüşerek bu artışı sağladığı gibi, kil mineralleri de hızlıca bozuşmaktadır [30]. Kabukta ve ısıtılmış anakaya örneklerinde kil minerallerinde ve feldispat oranlarında belirgin değişiklikler, özellikle kuvarsta artış ortaya çıkmıştır. Dikkat çeken bir diğer bileşim özelliği, ısıtılmış örneklerdekinin tersine, kabukta ve anakayada yüksek ateşte uçucu kaybı (LOI) değerlerinin varlığıdır. Bu durum anakayada ve kabukta belirgin alterasyon olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Isıtılmış örneklerde hematit oluşmasına karşın,

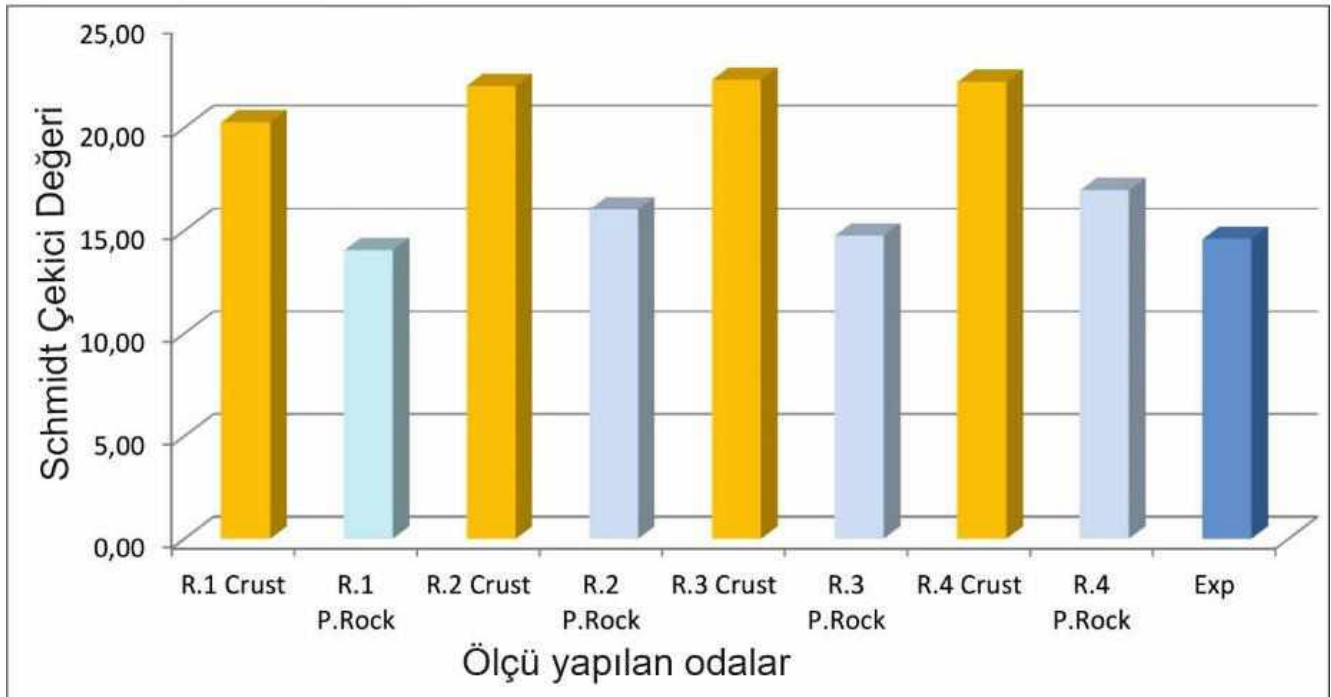
kabukta bu mineralin gözlenmesi de alterasyona bağlı olabilir.

TARİHLENDİRME VE KABUĞUN YAŞI

Çok sayıda kabuk örneği Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde termoluminesans (TL) yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Bunun için karanlık odada kabuğun en dış kısımları atıldıktan sonra kalan taneler serbest kalacak şekilde öğütülmüş, bunlar içinden kuvars ve feldispatlar seçilmiş ve gamma spektrometresi ile usulüne uygun olarak muamele edilip hazırlandıktan sonra [31, 32] ayrı ayrı tarihlendirilmiştir. Bulunan sonuç, 2019 yılı itibarıyla MS 243±260 olup, Galatların bölgede yaşadığı döneme denk gelmektedir. Bu yaş değeri bölgede bulunan yazıt ile de uyumludur.

TARTIŞMA

Tartışma ve sonuçlar bölümüne geçmeden önce tekrar vurgulamalıyız ki, MyŞ'deki kabuk, duvar yüzeylerine sıvama veya ekleme değil, anakayanın dış kısmıdır, anakaya ile geçişli ve onun parçasıdır (Şekil 3, 4, 6). Geçişli oluş, kabuğun kayacın dış yüzeyinin değişim ile ortaya çıktığının kanıtıdır. Açıklanması gereken bu değişimin nasıl, neden ve ne zaman meydana gel-



Şekil 8. Ana kaya ve kabuk üzerinde ısı etkisi; a) Anakaya ve kabuk örneklerinin ısıtma öncesi ve sonrası görünüşleri. b, c) Yüksek ısıda kabuğun A-düzeyi, d, e) Yüksek ısıda anakaya (ignimrit)'in aldığı duru

diği/getirildiğidir. Kabuğun olağan rengi, yerine göre kiremit kırmızısı, kahverengi veya bej olup, en dıştaki siyahlık ise kullanım sırasında oluşan is ve kir kaplamasıdır. İis siyahlığı olağandır, çünkü mağara yerleşimlerinin pişirme ve ısınma için yakılan ateşlerle sürekli duman altında kaldığı bilinmektedir. İncelenen kabuğun kırmızı rengi de dikkat çekicidir. Böyle renkler, hafif yangınlarda bile, ısının 200-300 oC derelere ulaşması halinde kil ve demir minerallerinin oksitlenmesi yüzünden, taş toprak yüzeyinin 2-3 cm'lik kısmında görülebilmektedir [33]. MyŞ'deki oluşumun bir diğer niteliği, kabuğun bütün odalarda, koridorlarda, taban ve tavanlarda, özetle yeraltı şehrinin iç mekânlarının tamamında olması ve yüzeyleri bütünüyle kaplamasıdır.

MyŞ'deki kabuk tartışılırken dikkate alınması gereken bir başka husus, tarihi çok eskilere giden Afyon Frig Vadisi ve Kapadokya yeraltı şehirlerinde buna benzer bir oluşumun gözlenmesiştir. Bazı ateş yakılan yerler de olabilir, ancak onlar noktasal oluşumlardır. Kapadokya'daki veya başka yerlerdeki kabuklar ise atmosfere açık, kayaların dış yüzeylerindedir [8, 10].

İncelemeler MyŞ'deki kabuğun bilerek, isteyerek, planlı şekilde oluşturulduğunu göstermektedir. Bunun akla gelen tek sebebi, kullandıkları kaya oyma ev duvarlarının düzensizliği ve fazlaca döküntülerin olmasıdır. Oda yüzeylerini yüksek ısıya maruz bırakarak, kayalarda değişim olmasını ve döküntülerin önlenmesini sağlamışlardır. Yerleşim yerlerindeki büyük yangınlarda ısı etkisi ile kabuklaşmalar olabilir ve bu durum deneysel çalışmalar ile ortaya konulmuştur [34]. Ancak, MyŞ'de odaların çoğu tek girişli ve birbirlerinden ayrıdır. En önemlisi yangınlarda yüzeylerin birbirlerinden değişik ölçülerde, heterojen şekilde etkilendiği ve olası kabuklaşmanın yerel ve düzensiz olduğudur [35]. MyŞ'deki bütün her yerde kabuk oluşturulması bilinçli iş olarak gözükmektedir. Bu, günümüz anlayışı ile piroteknoloji uygulamasıdır.

MyŞ sakinleri ve kabuğun oluşturulma zamanı

Ankara civarında çok sayıda tekli, birbirinden bağımsız mağaralar veya tüflere kazılmış oyuntular bulunsa da, yeraltı şehirleri veya kaya-oyma yerleşimi olarak MyŞ en büyük kültürel merkezdir.

Böyle oymalar özellikle Friglerin tercihi olup, Yazılıkaya'da olduğu gibi Afyon ve Eskişehir'de güzel örnekleri bulunmaktadır. Ankara civarı uzun süre Friglerin kullanım bölgesi olması nedeniyle (Şekil 1), kesin olmamakla beraber MyŞ'nin Frigler tarafından kazıldığı, Galatların geliştirerek kullandıkları ileri sürülebilir.

Yazılı kayıtlar, Galatların göreceli demokratik idare kurduklarını ve gelişmiş kültürleri olduğunu göstermektedir [25, 26, 27, 28]. Roma egemenliğinde de kültürel ayrıcalıklarını sürdürmüşlerdir. MyŞ'de odaların düzenlenmesi, kubbe tavan ve süslemeler yapılması, yakın zamanda bulunan mermer yazıt bu konuda fikir verebilir. MyŞ'deki şapel ve duvarlardaki haç işaretleri Hristiyanlığı çabucak benimsediklerini gösterir [7]. Şapelin içi ve haçların üzeri de kabuk ile kaplandığına göre, kabuğun yapım zamanı Milattan sonra, Roma egemenliğinde olsalar da Galatların henüz idari varlıklarını sürdürdükleri zamanda olmalıdır. TL yaşlandırması ile bu doğrulanmış ve MS 243 (+/-260) olarak tespit edilmiştir [1].

Kabuğun olası yapım tekniği

Önceki bölümlerde özetlenen jeomekanik, jeokimya ve mineraloji araştırma sonuçları, MyŞ kabuğunun termal alterasyon ile oluşturulduğunu göstermektedir. Orman yangınları sonrası yapılan yüzey incelemeleri ve kerpiç odalar ile yapılan deneysel araştırmalar da benzer sonuçları işaret etmektedir. Hepsinde ortak olarak yüksek ısılar da zeolitler ortadan kalkmakta, demir mineraleri oksitlenmekte ve hematite dönüşmekte, silis ve kuvars nispeti artmaktadır [36, 37, 38, 39]. Ortaya çıkan yüzeyler değişmiş, daha sert hal almıştır. 17 kilo odun yakılan 80x80x80 cm çaplı kerpiç odada, ısı 850 dereceye ulaştığında, 2-4 saat sonra ortaya çıkan kabuk kalınlığı 1.5-2.5 cm olmuştur [40]. Bu veriler dikkate alınarak, Galatların kabuk yapımı için, odalara büyük miktarlarda, en az 15-200 kilo odun yığıp yaktıkları ve bir-iki gün bekledikten sonra temizledikleri şeklinde senaryolaştırılabilir. Geniş duvar yüzeylerinde ve tavanlarda daha kalın kabuk varlığı dikkate alınarak, ateşin duvar diplerine gelecek şekilde yoğunlaştırıldığı düşünülebilir. Uygulama zaman içinde geliştirilmiş ve tekrarlı denemeler de yapılmış olabilir.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Mahkemağcin Yeraltı Şehri (MyŞ), önceki yıllarda Ankara Valiliği ile Ankara Üniversitesi'nin ortak projeleri olan "Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı"nın ön çalışmaları sırasında tespit edilmiş ve çeşitli yayınlara konu edilmiştir. Bu jeositin yakın zamanda çok önemli bir başka özelliği, duvarlarındaki kabuk oluşumu ortaya çıkarılmış ve araştırılmaya devam edilmektedir. Ateş kullanılarak, ısı etkisiyle oluşturulan kabuk ve bu yöntem ile yerleşimlerin iyileştirilmesi tarihteki ilk uygulamadır. Bu durum, uluslararası kamuoyuna da iletilmiş ve ilk olduğu kabul edilmiştir. Anadolu topraklarındaki her kültür varlığı ne zaman ve kimler tarafından bırakılırsa bırakılsın, ulusal mirasımızdır. Korunma yanında daha çok tanıtılmayı hak etmektedir. Ankara'nın kültürel zenginliğini artıran MyŞ, iyi düzenlenmiş ziyaretçi yönetimine ihtiyaç göstermektedir.

Bu çalışmanın ortaya çıkardığı bir başka sonuç, tarihi ve kültürel varlıkların, onları oluşturan kayalar ve jeolojik objeler açısından da dikkatle incelenmesi gerektiğidir. Kabuk varlığı jeolojik inceleme ile anlaşılabilir ve bunlar bilimsel ve kültürel varlıklarımızı zenginleştirir.

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu yazıya konu olan ilk araştırmalar, Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından öğrenci projesi olarak desteklenmiş (AÜ ARFO 2383), Jeolojik Mirası Koruma Derneği – JEMİRKO mensupları tarafından yürütülmüştür. Lisans öğrencileri Özgür Yedek, Onur Tahsin Yücel, Burak Kabaca ile Yaşar Suludere ve Muzaffer Eker (JEMİRKO) arazi çalışmalarına katılmışlardır. Sonraki araştırmalara, özellikle analitik incelemelere müteveffa Aysen Özgüneyli, Salim Öncel katılmışlar, TL çalışmaları Korhan Erturaç ve Eren Şahiner tarafından gerçekleştirilmiş ve yayın haline getirilmiştir. Giriş bölümünde belirtildiği üzere buradaki amaç jeosite ilgi çekmektir. Yazar bütün katkılara minnettardır.

KAYNAKÇA

[1] Kazancı N., Öncel M. S., Özgüneylioğlu A., Erturaç M. K., Şahiner E. The First Wall-Rehabilitation Technique

Used in a Galatean Cave Settlement of Anatolia, Turkey. *Geoarchaeology*: 37, 658-681, 2022.

- [2] Kazancı N., Suludere Y., Mülazımoğlu N. S., Tuzcu S., Mengi H., Hakyemez, Y. Mercan, N. Milli Parklarda Jeomiras- 1. Soğuksu Milli Parkı ve Çevresi Jeositleri. *Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ve Jeolojik Mirası Koruma Derneği*, Ankara, 60 s., 2007.
- [3] Kazancı N. Geological Background and Three Vulnerable Geosites of the Kızılcahamam-Çamlıdere Geopark Project in Ankara, Turkey. *Geoheritage*: 4, 249-261, 2012.
- [4] Ayhan A. Geological and Morphological Investigations of the Underground Cities of Cappadocia Using GIS. Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University, Ankara, 120 s., 2004.
- [5] Yamaç A., Tok E., Filikçi B. Underground Cities of Kayseri (Turkey). *Proceedings of International Congress of Speleology in Artificial Cavities (Rome, March 11-17, 2015)*, s. 285-292, 2015.
- [6] Eker M. Hayalden Gerçeğe; Kişisel Pencereyden Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı'nın Öyküsü. *Kızılcahamam Belediyesi Kültür Yayınları Dizisi*, Kızılcahamam, Ankara, 170 s, 2013.
- [7] Sevim M. Mahkemağcin Kültürel Jeosit Alanı: Ankara'nın Tüfe Oyulan Tarihi. *Milliyet Gazetesi, Arkeoloji Haberleri*, 22.11.2021, sayı 664064, 2021.
- [8] Khalifa M. A., Kumon F., Yoshida K. Calcareous Duricrust, Al Qasim Province, Saudi Arabia: Occurrence and Origin. *Quaternary International*: 209, 163-174, 2009.
- [9] Conca J. L. Differential Weathering Effect and Mechanisms. *Doktora Tezi*, California Institute of Technology, Pasadena, California, 265 s, 1985.
- [10] Kopar I. Akdağ ve Topuz Dağı (Nevşehir) Civarındaki Peribacaları Gövdesinde Oluşan Oksidasyon Kabuğu ve Morfojenetik Önemi. *Türk Coğrafya Dergisi*: 54, 53-68, 2010.
- [11] Öngür T. Kızılcahamam GB'sinin Volkanolojisi ve Petroloji İncelemesi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*: 20, 1-12, 1977.
- [12] Toprak V., Savaşçın Y., Güleç N., Tankut A. Structure of the Galatean Volcanic Province, Turkey. *International Geology Review*: 38, 747-758, 1996.
- [13] Şen S., Delfino M., Kazancı N. Cestepe: A New Early Pliocene Vertebrate Locality in Central Anatolia and Its Stratigraphic Context. *Annales de Paléontologie*: 103, 149-163, 2017.
- [14] Türkecan A., Dinçel A., Hepşen N., Papak İ., Akbaş B., Sevin M., Özgür İ. B., Bedi Y., Mutlu G., Sevin D., Ünay E., Saraç G., Karataş S. Bolu-Çankırı (Koroğlu Dağları) Arasındaki Neojen Yaşlı Volkanitlerin Stratigrafisi ve Petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*: 6,

- 85-103, 1991.
- [15] Tankut A., Akıman O., Türkmenoğlu A., Güleç N., Gökür T. Tertiary Volcanic Rocks in North-west Central Anatolia. Proceedings of the 1990 International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region, Vol. 2, s. 450-466, 1990.
- [16] Tankut A., Güleç N., Wilson M., Toprak V., Savaşçın Y., Akıman O. Alkali Basalts From the Galatia Volcanic Complex, NW Central Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences: 7, 269–274, 1998.
- [17] Keller J., Jung D., Eckhardt F. J., Kreuser H. Radiometric Ages and Chemical Characterisation of the Galatian Andesite Massif, Pontus, Turkey. Acta Volcanologica: 2, 267-276, 1992.
- [18] Wilson M., Tankut A., Güleç N. Tertiary Volcanism of the Galatia Province, North-west Central Anatolia, Turkey. Lithos, 42, 105-121, 1997.
- [19] Karaoğlu Ö., Varol E., Lustrino M., Chiaradia M., Toygar Sağın Ö., Hemming S.R., Uysal İ. Large-Volume and Swift Magmatic Response to Late Cenozoic Segmentation of the Subducted Neotethyan Oceanic Slab: Evidence From the Galatian Volcanic Province, Northwestern Turkey, International Geology Review: 2024. DOI: 10.1080/00206814.2024.2333003
- [20] Akkemik Ü., Türkoğlu N., Poole I., Çiçek İ., Köse N., Gürgen G. Woods of a Miocene Petrified Forest Near Ankara, Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry: 33, 89–97, 2009.
- [21] Hatipoğlu M., Türk, N. A combined Polarizing Microscope, XRD, SEM, and Specific Gravity Study of the Petrified Woods of Volcanic Origin from the Çamlıdere–Çeltikçi–Güdül Fossil Forest in Ankara, Turkey. Journal of African Earth Sciences: 53, 141–157, 2009.
- [22] Yavuz-Işık N., Demirci C. Miocene Spores and Pollen from Pelitcik Basin, Turkey –Environmental and Climatic Implications. Comptes Rendus Palevol: 8, 437–446, 2009.
- [23] Kazancı N. Guidebook for the Kızılcahamam Volcanics and Petrified Forest in Central Anatolia, Turkey. Mid-congress Field Excursions Guide Book, Tectonic Crossroads. Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia, Ankara, Turkey 4-8 October 2010, Middle East Technical University, s 35-48, 2010.
- [24] Erzen A. İlkçağ'da Ankara. Türk Tarih Kurumu Yayını, VII Seri, No12, Ankara, 110 s. 1946.
- [25] Vardar L. Galatia Bölgesi Kaleleri/Yerleşmeleri Yüzeysel Araştırması: Ankara ve Kırıkkale İlleri, 2000.
- [26] Ulusoy D. (2006). Archaeology of the Galatians at Ancyra from the Hellenistic Period Through the Roman Era. Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University, Ankara, 118 s, 2006.
- [27] Yörükan G. A study on Celtic/Galatian impacts on the Settlement Pattern in Anatolia Before the Roman Era. Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University, Ankara, 241 s, 2009.
- [28] Kaya M. A. Anadolu'da Galatlar ve Galatya Tarihi. Çizgi Kitabevi Yayını, Ankara, 396 s, 2011.
- [29] Török A., Forgo L. Z., Vogt, T. T., Löbens S., Siegesmund S., Weiss T. The Influence of Lithology and Pore-Size Distribution on the Durability of Acid Volcanic Tufts, Hungary. In: Building Stone Decay: From Diagnosis to Conservation (Eds. R. Prykryl & B.J. Smith). Geological Society, London, Special Publications, 271, s. 251-260, 2007.
- [30] Wenk H-R., Bulakh A. Minerals, Their Constitution and Origin. Cambridge University Press, ISBN 0 521-82238-6, 645 s, 16 plates, New York, 2004.
- [31] Liritzis I., Singhvi A. K., Feathers J. K., Wagner G. A., Kadereit A., Zacharias N., Li S. H. Luminescence Dating of Archaeological Materials. In: Luminescence Dating in Archaeology, Anthropology, and Geoarchaeology, s. 25-40, Springer, Heidelberg, 2013.
- [32] Şahiner E., Meriç N. A Trapezoid Approach for the Experimental Total-to-Peak Efficiency Curve Used in the Determination of True Coincidence Summing Correction Factors in a HPGe Detector. Radiation Physics and Chemistry: 96, 50-55, 2014.
- [33] Hajpál M. Fire Damaged Stone Structures in Historical Monuments: Laboratory Analyses of Changes in Natural Stones by Heat Effect. Proceedings: Collected Papers on Building Technology, 18th CIB World Building Congress, May 2010, Salford, UK, s. 164-173, 2010.
- [34] Saiang C. ve Miskovsky K. Effect of Heat on the Mechanical Properties of Selected Rock Types – A Laboratory Study. In: Harmonising Rock Engineering and the Environment (Ed. Q. Qian & Y. Zhou). Taylor & Francis Group, London, s. 815-820, 2012.
- [35] Heap M. J., Kushnir A. R. L., Luke Griffiths L., Wadsworth F. B., Marmoni G. M., Fiorucci M., Martino S., Baud P., Gil H. A., Reuschlé T. Fire Resistance of the Mt. Epomeo Green Tuff, A Widely Used Building Stone on Ischia Island (Italy). Volcanica: 1, 33-48, 2018.
- [36] Bailey A. W. Anderson M. L. Fire Temperatures in Forest Communities Grass, Shrub and Aspen of Central Alberta. Journal of Range Management: 33, 37-40, 1980.
- [37] Reynard-Callanan J. R., Pope G. A., Gorrington M. L., Feng H. Effects of High-Intensity Forest Fires on Soil Clay Mineralogy. Physical Geography: 31, 407-422, 2010.
- [38] Wotton B. M., Gould J. S., McCaw W. L., Cheney N. Ph., Taylor S. W. Flame Temperature and Residence Time of Fires in Dry Eucalypt Forest. International Journal of Wildland Fire: 21, 270-281, 2012
- [39] Aldeias, V., Dibble, H.L., Sandgathe, D., Goldberg, G., McPherron, S.J.P. (2016). How heat alters underlying deposits and implications for archaeological fire features: A controlled experiment. Journal of Archaeo-

logical Science, 67, 64 - 79.

[40] Kreimerman, I. ve Shahack-Gross, R. (2019). Understanding conflagration of one-story mud-brick structures: an experimental approach. Archaeological and Anthropological Sciences, 11, 2911–2928.

E-KAYNAKÇA

URL-1 <http://www.korumakurullari.gov.tr/Eklen-ti/41321,ankara-envanter.pdf?0>