

TABIİ MAĞARALARIN SOĞUK DEPOCULUK VE KLİMATİZASYONDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Sabri SAVAŞ*
Mehmet UZUN**

ÖZET

Bu çalışmada, tabii mağaraların başta soğuk depoculuk ve klimatizasyon olmak üzere değerlendirilmesi incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle mağara havasının özellikleri üzerinde durulmuş ve mağara inceleme bölgesinde saptanılan özelliklere göre değerlendirilmeler yapılmıştır. Daha sonra da mağaraların soğuk depoculukta ve klimatizasyonda değerlendirilmesi konusunda teorilere dayanılarak görüşler geliştirilmiştir.

ABSTRACT

In this study, at first the cold storage and climatization evaluation of the natural caverns is investigated. For this purpose, first of all air specifications of the cavern was considered and evaluations has done according to ascertainment specifications of the cavern investigation region. After that the opinions improved which are based on the theories of the cold storage and climatization evaluation subject of the caverns.

* Doç. Dr.; U.Ü. Mühendislik Fakültesi

** Dr.; U.Ü. Mühendislik Fakültesi

Yerküremizin oluşumunun bir sonucu olarak ortaya çıkan mağaraların, dikkati çeken ilk özelliği ilginç yapılarıdır. Bazan yeraltında kilometrelerce ilerleyen bu girintili çıkıntılı boş hacımların güzergâhı boyunca dar geçitlere, geniş salonlara ve çeşitli engebelere rastlanır. Bazılarının içinde ise, akarsu, göl ve çağlayanlara da rastlanabilir. Bütün bunlara ilâve olarak mağara içindeki sarkıt, dikit ve kalker türlerinin sergilediği güzellikler insanlara çok çekici görünmektedir. Bu durumun başlattığı turizm hareketini, mağaraların ekonomik potansiyeline bir işaret sayabiliriz. Gerçekte küçük bir araştırma mağaraların fizik, coğrafya, hidroloji, biyoloji ve jeoloji gibi pek çok alanda bilimsel ve ekonomik potansiyele sahip olduklarını göstermektedir. Bu bakımdan her ilgi alanını değişik bilimsel araştırmalarla daha iyi tanıtarak mağaralardan hangi alanda, hangi ölçüler içinde yararlanılabileceği ortaya çıkarılmalıdır.

Mağaraların dikkat çeken özelliklerinden biri de serin ve nemli bir havaya sahip olmalarıdır. Bu araştırmada mağaraların bu özelliğinden kısmen de olsa yararlanma olanakları konu edilecektir.

1.00 - Mağara Havaasının Özellikleri

Mağara içi havasıyla yeryüzündeki havanın özellikleri arasında esasta bazı farklar bulunmaktadır. Yeryüzündeki havanın özellikleri, meteorolojik olaylara bağlı olarak ani değişikliklere uğrayabilir. Mağara havasında ise lokal özellikler hüküm sürer. Bu lokal özelliklerin meteorolojik olaylardan hemen hemen etkilenmeyen bir kararlılığa sahip olduğu gözlenmektedir. Yüksek bağıl nem, düşük sıcaklık ve güneş ışınlarından yoksunluk bu havanın genel karakteri olarak görülmektedir. Ayrıca mağaranın niteliğine bağlı olarak mağara içinde değişik değerlerde hava hareketlerine de rastlanılmaktadır.

1.01 - Mağaralarda Hava Hareketleri

Mağaralardaki havanın bir taraftan basınç farkı ile, diğer taraftan mağara içindeki su, dere ve çağlayanların tesiri ile harekete geçtiği ve mağara rüzgârlarını oluşturduğu kabul edilmektedir.

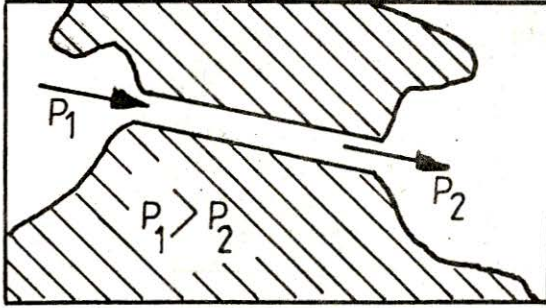
Çeşitli tesirler ile oluşan mağara rüzgârlarının değişik hızlara sahip olduğu görülmektedir. Büyük ve geniş hacımlarda hissedilmeyecek kadar küçük olan rüzgâr hızları dar geçitlerde çok büyük değerlere ulaşabilmektedir. Örneğin, Pınarözü (Türkiye) mağarasında dar bir geçitte (0,6 m²) bu hız 46,2 m/s olarak ölçülmüştür.

Mağara rüzgârlarının ortaya çıkmasının en önemli sebebi olan mağara havasındaki basınç farklarının hangi ölçüler içinde değiştiği, mağara sisteminin biçimlenmiş şekliyle ilgili görülmektedir. Örneğin, tek ağızlı mağaralar ile, çok ağızlı mağaralarda oluşacak rüzgârların aynı olması beklenemez. Zira tek ağızlı

mağaralarda hava akımları çıkış olmadığından tepki görür. Bu tür mağaralarda daha ziyade yoğunluk farkından doğan zayıf akımlara rastlanır. Bu sebeple bu tip mağaralar durgun mağaralar olarak adlandırılırlar. Çok ağızlı mağaralarda ise hava bir ağızdan diğer bir ağıza akarak mağara rüzgârlarını oluştururlar, bu tip mağaralara da dinamik mağaralar denilmektedir.

1.02 - Basınç Farklarına Sebep Olan Dış Tesirler

Genel halde çok ağızlı mağara sistemlerinde dışa açılan ağızlarda farklı hava basınçları oluşur. P_1, P_2, P_3 gibi.



Şekil: 1 - Geçitlerde Mağara Rüzgârları

Ağızlardaki bu basınç farklılıkları nedeniyle hava mağara içinde bir ağızdan diğerine akar. Tabiidir ki, bu akış, yüksek basınca sahip mağara ağzından daha düşük basınçtaki mağara ağzına doğru olur. Mağara havasının, mağara koridorlarındaki bu akışı için Bernuli prensibinin geçerliliğini düşünebiliriz. Buna göre düzgün koridorlu mağaralarda, basınç değişiminden kaynaklanan hava hızlarının düşük değerde kalması, dar geçitlerde ise kuvvetli hava akımlarının olması beklenir.

1.03 - Basınç Farklılığına Sebep Olan İç Tesirler

Uzun mağara dehlizleri boyunca küçük de olsa havanın farklı sıcaklık ve nem değerlerine sahip olduğu gözlenmektedir. Bu hâl, havanın mağara içinde farklı yoğunluk değerlerinde bulunabileceğinin işaretidir. Teşekkül eden bu yoğunluk farkları mağara içlerinde basınç farklılığına neden olan en önemli iç faktör olarak görülmektedir. Ayrıca mağara içinde normalden fazla CO_2 gazı varsa, bu değer de havanın yoğunluğunu etkileyebilir.

Gerek yeryüzünde, gerekse mağaralarda rastlanılan hava rutubetli havadır. Rutubetli havanın yoğunluğu ise:

T : mutlak sıcaklık

P : atmosferik basınç (mmHg)

ϕ : bağıl nem

P_{db} : doymuş buhar basıncı olmak üzere

$$\rho = \frac{1}{T} (0,4647 P - 0,176 \phi P_{db})$$

ifadesi ile hesaplanır.

Diğer taraftan her sıcaklıkta sadece bir P_{db} basıncı olduğu bilinmektedir.

Tablo: 1
Sıcaklıklara Göre Doymuş Buhar Basıncı Değerleri

θ_K : °C	P_{db} , mmHg	θ_K : °C	P_{db} , mmHg
0	4,58	6	7,01
1	4,93	7	7,51
2	5,29	8	8,05
3	5,69	9	8,61
4	6,10	10	9,21
5	6,54		

Tablo 1 deki değerler alınarak nemli hava yoğunlukları hesap edilmiş ve aşağıda bir tablo halinde verilmiştir.

Tablo: 2
Sıcaklık ve Bağıl Nem Durumuna Göre Havanın Yoğunluğu, kg/m³

$\theta_c \phi$	56	60	70	80	90	100
0	1,291	1,291	1,291	1,291	1,290	1,290
5	1,268	1,267	1,267	1,266	1,266	1,266
10	1,244	1,244	1,243	1,243	1,242	1,242
15	1,222	1,221	1,220	1,219	1,219	1,218
20	1,119	1,198	1,197	1,196	1,195	1,194

Bu tabloya göre 0°C de % 70 bağıl nemli havanın yoğunluğu $\rho = 1,291$ kg/m³, 0°C de % 100 bağıl nemli havanın yoğunluğu $\rho = 1,290$ kg/m³ olduğu görülmektedir. Bu değerlere göre: % 70 ve % 100 izafi nemli hava durumlarında, 1 cm² taban alanlı 10 m yüksekliğindeki hava sütununun tabana yaptıkları basınçlar arasındaki fark $\Delta P = 0,001$ cm SS olmaktadır. Aynı hava sütununun 5°C'lik sıcaklık farkında, örneğin hava 10°C de % 100 bağıl nemli iken yoğunluğu $\rho_{10} = 1,242$ kg/m³, 15°C de % 100 bağıl nemli iken yoğunluğu $\rho_{15} = 1,218$ kg/m³ ol-

duğuna göre bu durumda meydana gelen basınç farkı $\Delta P = 0,024$ cm SS olur. Bir karşılaştırma yapılırsa % 100 bağıl nemli havayı 10°C den 15°C ye çıkarmakla elde edilen basınç farkı, % 70 bağıl nemli havayı % 100 bağıl nemli duruma getirildiğinde yani % 30 luk bir bağıl nemlilik farkının oluşturduğu basınç farkından 24 kat daha fazla olmaktadır.

Yukarıda her iki durumda bulduğumuz basınç farkları için meydana gelecek hava hızları Toriçelli formülünden bulunabilir.

h : su sütunu olarak basınç farkı

h' : su sütunu yardımıyla hesaplanan hava sütunu yüksekliği

$$h' = \frac{h}{\rho}$$

V : hız, m/s

$$V = 2gh' \quad V = \sqrt{2g \frac{h}{\rho}}$$

$$h = \Delta P = 0,001 \text{ cm SS} = 0,001 \times 10^{-2} \text{ m SS için}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 0,001 \times 10^{-2}}{0,001291}} = 0,39 \text{ m/s}$$

$$h = \Delta P = 0,024 \text{ cm SS} = 0,024 \times 10^{-2} \text{ m SS için}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 0,024 \times 10^{-2}}{0,001291}} = 1,9 \text{ m/s hızları bulunur.}$$

Görüldüğü gibi hava sıcaklığı aynı kalmak şartı ile havanın bağıl neminde % 30'luk bir fark meydana geldiğinde hava hızı $V = 0,39$ m/s gibi ancak farkedilebilir bir düzeye ulaşabilmektedir. Halbuki havanın sıcaklığında 5°C lik bir fark meydana geldiğinde $V = 1,9$ m/s lik bir hava hızının doğmasına sebep olmaktadır.

1.04 - Serbest Atmosfer ile Dağın İçindeki Sıcaklık Farkından İleri Gelen Mağara Rüzgârları

Bir yeraltı mağara sisteminde, farklı yükseklikte iki veya daha fazla dışarı açılan ağız varsa, bu farklı yükseklikteki ağızlar çevresindeki serbest atmosferdeki basınç farklılığı sebebiyle bir hava hareketi beklenmelidir. Ayrıca dağın içindeki hava ile dış hava arasındaki sıcaklık ve nem farklılığı da mağara rüzgârlarının ortaya çıkmasına neden olur. Dış havanın mevsimlere hatta günlere göre çok değişken bir sıcaklık ve nem durumuna sahip olması, mağara içi havasıyla dış hava arasında daima değişen bir farklılık meydana getirecektir. Bundan dolayı

meydana gelen mağara rüzgârları da değişkenlik gösterecektir. Ayrıca atmosferde oluşan basınç farklılıklarının da mağara rüzgârı üzerinde etkisi açıktır.

1.05 - Mağara Sıcaklıkları

Mağara sıcaklıkları, mağaranın bulunduğu yerin ortalama iklim değerleri ile yakından ilgidir. Bu değerler ve mağaranın bünyesinde yer alan taş yapı, su ve hava mağaranın sıcaklığı üzerine etkili olan unsurlar olarak görülmektedir.

1.06 - Sıcaklık Üzerine Yer Yapısının Etkisi

Mağaralar kalkerli araziler üzerinde oluştuğuna göre yer ısı bu kalkerli yapı vasıtasıyla mağara boşluğuna kadar ulaşır. Diğer unsurlar, su ve havanın etkisi bir an için düşünülmecek olursa, mağaranın sıcaklığı jeotermik basamaklarına uygun olarak belirecek ve derinlikle ortalama 100 m'de 1°C sıcaklık farklılığı meydana gelecektir. Kalker tabakalarının kötü ısı iletkenliği ve yapıdaki çatlak, yarık ve gözeneklerin ısı geçişini kötüleştirici etkileri bahsi geçen jeotermik sıcaklık basamaklarını oldukça değiştirdiği görülmektedir. Örneğin, Kuzey İtalya Alplerinde bulunan - 878 m derinliğe ulaşan La Spluga Della Preta çukurunda yapılan ölçümler sıcaklık basamaklarının 100 m'de 0,25°C fark ettiğini göstermiştir.

1.07 - Sıcaklık Üzerine Suyun Etkisi

İster yağmur olsun, ister karların erimesiyle oluşan su olsun kalker tabakaları arasında sızarak mağaraya ulaşabilir. Bu sırada geçtiği ve dolayısıyla temasta bulunduğu taşlar ile ısı alışverişinde bulunur ve başlangıçtan farklı bir sıcaklık değerine ulaşır. Bu sular genellikle mağara tabanlarında yerine göre büyük küçük akarsular ve göller meydana getirirler. Görüldüğü gibi su, yer katmanlarının da tesirinde kalarak mağara içine belli bir ısı taşımaktadır.

1.08 - Sıcaklık Üzerine Mağara Havaasının Etkileri

Mağaralar tek ağızlı, çok ağızlı ve kapalı olarak gruplandırılabilirler. Durgun mağaralar olarak adlandırılan kapalı ve tek ağızlı mağaralarda dışarı ile olan hava değişimi ihmal edilebilir mertebede olacaktır. Küçük hava hareketleri ancak mağara içinde bir sıcaklık dengesinin oluşmasına yardımcı olur. Çok ağızlı mağaralar ise, ağızlar arasındaki basınç farklarına göre, mağara içinde bir hava hareketi doğuracağından dış havadan ısı taşınması belli bir değere ulaşabilir.

Kısaca, mağara sıcaklığı üzerine etkisini konu ettiğimiz bu üç unsuru birbiri ile karşılaştırsak şöyle bir tablo elde ederiz.

Tablo: 3
Su, Kalker ve Hava İçin Özgül Isı ve Ağırlıklar

	Özgül ısı		Özgül ağır.
	Cal/gr	Cal/cm ³	gr/cm ³
Su	1	1	1
Kalker	0,210	0,567	2,7
Hava	0,241	0,0003116	0,001291

Tabloda görüldüğü gibi belli bir hacimdeki havanın ısı kapasitesi suya göre 1:0,0003116 = 3209 defa, kalkere göre 1820 defa daha az olmaktadır. Şu halde ısı kaynaklarının etki durumuna göre mağara sıcaklıkları belli bir değer kazanmaktadır. Mağara yapısı ve şekli de bu ısı kaynaklarının tesir durumlarını etkilemektedir.

1.09 - Mağara Havaasının Nemlilik Durumu

Bu, iklimlere göre değişmekle beraber genellikle mağara havaasının nemi çok yüksektir. Bu hâl, havanın hâl değiştirme özellikleri çerçevesinde izah edilebilir. Şöyleki, yazın mağaraların içleri dışarıya göre daha serindir. Böyle olunca mağara içine giren hava koridorlar boyunca soğumaya başlayacaktır. Bu soğuma işlemi sırasında da hava doyma noktasına doğru ulaşacaktır. Hatta dış havanın, mağara içi sıcaklığının ve mağara koridorlarının uzunluğuna bağlı olarak bağıl nemin % 100 değerine ulaştığı görülür. Bu yüzden hava, yazın mağara duvarları üzerinde yoğunlaşma suretiyle nem bırakır, dolayısı ile mağara duvarları ıslak halde kalır.

Kış aylarında ise tersine bir olayla karşı karşıya kalınır. Dış hava mağara içi havaasına göre soğuk olduğundan, mağara içine giren dış havanın sıcaklığı artacak ve doyma noktasından uzaklaşacaktır. Böylece mağara içi havaasının sıcaklığına ve rüzgâr hızına bağlı olarak mağara içinin girişten itibaren kurumaya başlaması ve zamanla da kurumunun iç kısımlara ilerlemesi beklenir.

İncelemeler göstermiştir ki, dış havaya bağlı olarak mağara içi havaasının izafi nemliliği kış aylarında % 80 hatta daha düşük değerlere inebilmektedir. Hava değişimi, sıcaklık ve nemlilik durumu bakımından mağara içi havaasını genel hatlarıyla gözden geçirdiğimizde mağara havaasının serin, bağıl nemi yüksek ve yapısına göre az veya çok hava hareketlerine sahiptir.

1.10 - İnceleme Bölgesi

Bu araştırmada mağara inceleme bölgesi olarak Seydişehir-Akseki bölgesi seçilmiştir. Bu seçimde Torosların bu kesiminin karstik yapısının mağara

oluşumuna çok elverişli olmasının yanında, bu yörede daha önce yerleri tespit edilmiş olan mağaraların bulunması rol oynamıştır.

İnceleme bölgesinin deniz seviyesinden yüksekliği 1200 ilâ 2350 m. arasında değişmekte olup, jeolojik veriler bu bölgenin karstik şekiller yönünden çok zengin olduğunu göstermektedir. Doğal olarak, karstik şekillerden biri olan mağaralar bu bölgede çok sayıda bulunmaktadır. Bugün için bu bölgede bilinen mağaralar aşağıda verilmiş olup, bu bölgede bu mağaraların dışında pek çok mağaranın daha bulunması ihtimali vardır.

1. Hondos Mağarası
2. Koca Düden Mağarası
3. Çatdere Mağarası
4. Ferzene Mağarası
5. Fasih Mağarası
6. Tınaztepe Mağarası
7. Koca Oruk Düdeni Mağarası
8. Küçük Oruk Düdeni Mağarası
9. Arıtışı Mağarası
10. Seycağz Mağarası
11. Güvercinlik Mağarası

Bu mağaralardan bazılarında turistik ve sportif amaçla girilmiş olabilir. Ancak mağaraların bilimsel çalışmalara basamak olacak şekilde yerlerinin tespiti ve yaklaşık plânlarının çıkarılması Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünce 1980 yılında kurulan ekipçe sağlanmıştır. Bu tarihi, sistematik incelemenin başlangıcı olarak kabul etmek mümkündür.

Maden Tetkik Arama Enstitüsünce oluşturulan aynı ekibin 1981 yılında ve aynı mağara bölgesindeki inceleme çalışmasına doktora öğrencisi Mehmet UZUN'un da katılması sağlanmıştır. Adı geçen doktora öğrencisi Seydişehir bölgesindeki mağaralara girerek yapı, boyut ve meteorolojik özellikler açısından araştırmalarda bulunmuştur. Saptarılan özellikler teker teker ve müştereken değerlendirilmeye çalışılmıştır. Daha önce kabaca yapılan gözlemlerle karşılaştırılarak mağaralar hakkında, inceleme konusu çerçevesinde, sonuç alınmaya çalışılmıştır.

2.00 - MAĞARALARIN SOĞUK DEPOCULUKTA DEĞERLENDİRİLMESİ

Mağaraların soğuk depoculukta değerlendirilebilmesi için, özellikle uygun bir zemine yani depolama alanına ihtiyaç vardır. Dikine gelişen mağaralarda, böyle bir zemin çok sınırlıdır. Yatay ve yataya yakın galerilere sahip mağaralarda ise soğuk depoculuğa uygun depolama alanları temin şansı daha fazla bulunmak-

tadır. Tablo 4'de inceleme bölgesindeki mağaraların kullanılabilir durumdaki soğuk depolama zemin alanları yaklaşık olarak verilmiştir.

Tablo: 4
Bazı Mağaraların Yaklaşık Depolama Alanları

Mağara İsmi	Yaklaşık Depolama Alanı
Hondos Mağarası	175 m ²
Koca Düden Mağarası	100 m ²
Çatdere Mağarası	600 m ²
Perzene Mağarası	600 m ²
Fasih Mağarası	250 m ²
Tınaztepe Mağarası	3000 m ²
Koca Örük Düdeni Mağarası	Yok
Küçük Örük Düdeni Mağarası	Yok
Artaşı Mağarası	Yok
Seycağz Mağarası	640 m ²
Güvercinlik Mağarası	640 m ²
Girişi Ekipçe 1981'de gerçekleştirilen ve henüz isimsiz bir mağara	5000 m ²

Ülkemizde ve hatta mağara inceleme bölgesinde dahi mevcut mağaralar tam olarak tespit edilmiş ve detaylı plânları çıkarılmış değildir. Ancak doktora öğrencisi Mehmet UZUN'un da içinde bulunduğu ekipçe girişi ilk defa gerçekleştirilen ve yukarıdaki tabloda verilen mağara örneğinde olduğu gibi daha pek çok soğuk depoculuğa uygun mağaraların olabileceği tabiidir.

Mağaraların soğuk depoculukta değerlendirilmesi için ikinci, üçüncü ve dördüncü hususlar ise; sıcaklık, nem ve belirgin hava hareketidir.

Nitekim, 1981 yılında ekipçe girişi ilk defa gerçekleştirilen, henüz isimlendirilmeyen mağarada sıcaklık + 8°C ilâ + 10°C, havanın fazla nemli ve belirgin hareketli olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre bu tür mağaralar başta narenciye olmak üzere, muz ve kavun gibi gıda maddelerinin uzun süreli saklanması, diğer gıda maddelerinin ise kısa süreli muhafazasında kullanılabilir.

2.01 - Mağaraların Isıl Kapasite İmkânları

Mağara içi ortam sıcaklığını; mağaranın içinde yer aldığı taş yapı kütesinin ısı kapasitesi, mağaranın içine sızan sular ve bunların oluşturduğu göl ve akarsular ile mağara içinden geçen akarsular ve bunların mağara içinde oluşturduğu göl sularının kapasitesi ile, mağara içindeki havanın ısı tutumu etkiler.

2.02 - Mağaranın İçinde Yer Aldığı Taş Yapı

Son derece büyük olan bu kütlelerin sahip olduğu ısı kaynağı sonsuz farzedilebilir. Bu nedenle ısı alışverişi ile bünye sıcaklığında meydana gelecek

değişiklikler ihmal edilebilir. Yani taş yapının sıcaklığında bir değişiklik olmayacağı kabul edilir. Hem çok büyük ısı kapasiteye sahip olması, hem de sıcaklığının sabit olması sebebiyle mağara içi sıcaklığı üzerinde en büyük etkiye bu taş kütle sahip olacaktır.

2.03 - Suların Etkisi

Mağara içine sızan sular ve mağara içindeki akarsu ve göllerin mağara içine taşıdığı ısı da önemlidir. Gerek eriyen karların suları, gerek yağmur suları yer içine sızarak mağara içine kadar ulaşabilir. Özellikle aktif mağaralarda rastlandığı gibi bazı mağaralar çevre suyunun büyük miktarının toplandığı veya uzaklardan gelen yeraltı sularının geçtiği yerlerde olabilir. Bilhassa böyle hallerde soğuk yeraltı sularının etkisiyle mağara içi ortamının sıcaklığı düşer.

2.04 - Mağara Havaasının Etkisi

Havanın ısı tutumu, yani birim miktarının sahip olduğu ısı, diğer iki unsur taş yapı ve suya göre çok küçüktür. Bu sebeple hava, hareketliliği nedeniyle daha ziyade ısı taşınımında rol oynadığı ve bu özelliği ile mağara içinde yeknesak bir sıcaklığın oluşmasını sağladığı kabul edilebilir.

Hava, hareketliliği sebebiyle, mağara içinde ısı taşınımını üstleneceğine göre mağara içi ile dışı arasında akan hava da bir ısı akışını gerçekleştirmiş olacaktır. Mağara içi yazın dışarıya göre daha serindir. Bu nedenle ısı akışı dışarıdan içeriye doğru gerçekleşir. Bu durumda mağara için ısı kazancı söz konusu olacaktır. İçeriye taşınan bu ısıya rağmen mağara içinde belli bir soğuk ortam teşekkül etmektedir. Bu husus gözönünde bulundurularak mağara ağı kapatıldığında havanın dışarıdan taşıyacağı ısı kazancına engel olunacağı düşünülebilir. Hava akımı ile dışarıdan kazanılacak ısı kadar bir ısı başka kaynaklardan meydana getirilmiş olsa, bu ısı mağaranın taş yapı ve mağara içi suları tarafından giderilecektir. Bu özellikten yararlanılarak mağara içine konulacak dış sıcaklık şartlarındaki gıda maddelerinin mağara içine intikal ettirecekleri ısı giderilerek sıcaklığı düşürülebilir. Gıda maddelerinin verdikleri bu ısı, çok büyük olan taş kütle ve mağara içi suları vasıtasıyla mağara bünyesi dışına taşınacağından mağara içi sıcaklığında belirgin bir yükselme olmayacaktır. Bu hâl mağaraya konulacak gıda maddesinin emniyet sınırını verecektir. Yani, mağaraya yapılacak en az yüklemeyi belirleyecektir.

Mağaranın içinde yer aldığı taş kütlelerinin büyüklüğü ve mağara içi sularının çokluğu, mağaranın içine intikal edebilecek daha fazla ısının giderilmesine imkân vereceğini düşündürmektedir. Ancak, bir taraftan mağaraların düzgün olmayan bir şekilde sahip olması, diğer taraftan taş yapının girift ve mağara içi sularının zamana göre çok değişken değerlere sahip olması bir hesaba bağlanmaya imkân vermemektedir. Bu yüzden mağara içine yapılacak azami yüklemeye için denemeler yapılarak değerlendirilmeli ve bir sonuca varılmalıdır.

Yükleme miktarının üst sınırının, yükleme alanı ve tecrübelerle bulunabileceği, mağaranın mas edebileceği ısı miktarına bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Alan elverdiği takdirde mağaraya yapılabilecek en az yükleme miktarı hakkında, havanın ısı taşınımındaki rolü dikkate alınarak yaklaşık bir bilgi sahibi olunabilir.

Mağaralarda hava hareketi hızını hesaplarken, kapalı mağara koridorlarını ele almış ve koridor boyunca farklı noktalardaki küçük sıcaklık farklılıklarını düşünmüş ve bu düşünce kapsamı içinde de hava hareketlerinin sahip olabileceği hızı belirlemeye çalışmıştık. Gerçekte içlerine girilebilen mağaraların bir çoğu bir veya daha çok ağızlıdır. Bir yandan mağara ile dış havanın sıcaklıkları ve izafi nem değerleri arasındaki büyük farklar, diğer yandan mağaraların farklı ağızlarının sahip olduğu atmosferik şartlar dolayısıyla mağara içinde bir ağızdan diğerine olan hava hareketi ve bilinmeyen ağızların varlığı gibi nedenlerle mağara içlerinde, hava hareketi hesaplananın çok üstündedir. Hatta bazı hallerde mağara rüzgârarı halini bile alabilir. Örnek olarak ülkemizde bulunan Pınarözü Mağarasında dar bir geçitte (0,6 m²) 46,2 m/s lik rüzgâr hızı ölçülmüş olduğuna daha önce değinilmişti.

Bütün bu durumlar gözönünde bulundurulduğunda mağara içi ile dışarı arasında, değişen değerlerde, fakat; sürekli bir hava değişiminin meydana geldiği anlaşılmaktadır. Dış hava şartları sıcaklık, nem ve basınç gün boyunca değişiklik gösterdiği gibi ayrıca yıl boyunca da değişikliğe uğrayacağı muhakkaktır. Bu nedenle mağara içi ile dışarı arasında olan hava değişiminin belli bir kaideye uymayacağı açıktır. Bu düşünce ile meydana gelen hava hareketinin hızı ortalama olarak değerlendirilebilir.

İnceleme bölgesinden bir örnekleme yaparak hava hareket hızının tesirelerini incelemeye çalışalım. Mağara içi sıcaklığı ortalama 10°C civarında olduğu izlenmiş; dış sıcaklık ise aylara göre ortalama yüksek sıcaklık olarak 4,6°C ilâ 29,8°C arasında değiştiği meteoroloji bülteninden tespit edilmiştir. Kış aylarında yer ısısının tesiri ile mağara içi sıcaklığı dış sıcaklığa göre yüksektir. İnceleme bölgesi için bu sıcaklık 7-8°C civarında olduğu tahmin edilmektedir. 0°C nin çok üzerinde olan bu sıcaklık hem gıda maddesini saklamaya müsait olmakta hem de donma tehlikesinden uzak kalmaktadır. Kış aylarında dışarıdan bir ısı kazancı olmamaktadır. Hatta sıcaklığın düşüklüğü sebebiyle dış hava, mağara içinde doğan ısı kazancı sadece gıda maddelerinden gelecektir. Mağaranın ısı giderme kapasitesi, içeri konulan gıda maddesinin sıcaklığını belli bir süre içinde mağara içi sıcaklığına kadar düşürmeye harcanacaktır. Mağaralardan soğuk depo olarak istifade edilebilecek aylar olan bahar ve yaz aylarında ise meteorolojik veriler aylara göre dış sıcaklığın 15°C ilâ 22,5°C arasında değiştiğini göstermektedir. Bu aylarda dış sıcaklık iç sıcaklığa göre daha fazladır. Mağaranın ısı kazancı ise, hem gıda maddesinden hem de dış hava sıcaklığından geleceğinden kış aylarına göre daha fazla olur. Bu yüzden kapasite tayinine yönelik çalışmalarda yaz aylarının ele alınması daha uygun olmaktadır. Örneğin, dış sıcaklık 15°C ve 20°C olduğu zaman yer değiştiren havanın hızının tayini:

Mağara içi havasının sıcaklığını 10°C, izafi nemini de $\phi = 0,90$ alalım. Dış havanın 15°C ve 20°C de % 70 izafi nemli durumunu düşünelim. Bu şartları uygun hava yoğunluklarının:

$$\rho_{10} = 1,242 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{15} = 1,220 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{20} = 1,197 \text{ kg/m}^3$$

olacağı kolaylıkla hesaplanabilir.

Buna göre, mağara içi havasıyla dış hava arasında oluşacak basınç farkları dış hava şartlarına göre:

$$\Delta P_1 = 1,242 - 1,220 = 0,022 \text{ cm SS}$$

$$\Delta P_2 = 1,242 - 1,197 = 0,045 \text{ cm SS olur.}$$

Bu basınç farkları;

$$v = \sqrt{2g \frac{h}{\rho}} \quad \text{formülüne göre}$$

$$v_1 = 1,82 \text{ m/s} \quad v_2 = 2,62 \text{ m/s ' dir.}$$

Görüldüğü gibi dış ve iç sıcaklık farkından dolayı hava hızı diğer atmosferik şartlar ihmal edildiğinde, 1,82 m/s ile 2,62 m/s arasında bir değişiklik gösterecektir. Ancak mağaranın tek veya çok ağızlı olma durumuna göre ve diğer etkenlere de bağlı olarak bu hız değerlerinde değişiklik beklenmelidir. Bu beklenti tek ağızlı mağaralarda hava akışı tepki göreceğinden hızın azalması, çok ağızlı mağaralarda ise, örneğin, yükselti farkından dolayı hızda artış söz konusu olabilecektir. Ayrıca bu hız mağara koridorları boyunca sıcaklık farklarının değişimine bağlı olarak veya koridor kesitinin dar ve genişliğine göre değişebilecektir. Bu hız değişiklikleri dar yerlerde hız artımı, geniş yerlerde ise hız azalışı olarak kendini gösterecektir.

Bir taraftan kaba değerlerden hareket etme zorunluluğu, diğer yandan güvenirlilik derecesini yükseltmek için, diğer yan tesirleri ihmal ederek hava hızını ortalama alt sınır olarak 2 m/s seçebiliriz. Eğer bu hız tek ağızlı mağaralarda hava akışının göreceği tepki yüzünden daha az tespit edilirse, bu takdirde hava akışına tepkiyi azaltacak şekilde mağara, yardımcı yapay ağızlarla teçhiz edilebilir.

İnceleme bölgesinde, mağaralar üzerindeki araştırmalara dayanarak, mağara ağızlarında ortalama 2 m² lik bir hava geçiş kesiti almakla, hem gerçekte çokça rastlanan bir büyüklük seçmiş hem de gıda maddesi geçişlerinin rahatça sağlanabileceği ortalama bir seçim yapmış oluruz. Böyle bir geçiş için mağara

ağzında düzenleme yapma zorunluluğu her zaman ortaya çıkabilir. Bu hale göre mağara ağzından akan hava miktarı:

$$V = 2m^2 \times 2 m/s = 4 m^3 /s = 14400 m^3 /h$$

veya kütleli olarak

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3 \quad \text{alınarak;}$$

$$m = V \rho = V \times \rho = 14400 \times 1,2 = 17280 \text{ kg/h}$$

bulunur.

Bu miktar hava mağara içine girmekte ve örneğin 20°C den 10°C ye kadar soğumaktadır. Bu durumda bu miktar hava ile,

$$Q = m \cdot c (t_d - t_i)$$

$$Q = m \cdot c (t_{20} - t_{10}) \quad \text{formülüne göre}$$

$Q = 17280 \cdot 0,24(20-10) = 41472 \text{ kcal/hlık}$ bir ısıyı mağara içine taşımakta ve mağara sıcaklığında bir değişiklik olmadan bu ısı taş kütle ve mağara içi suları tarafından alınarak giderilmektedir. Şu halde bir an için mağara ağzını kapattığımızı ve mağara içine dış şartlarda gıda maddesi koyduğumuzu düşünürsek içeri konulan bu gıda maddesinden, belirtilen düzeyde bir ısı çekilebilir. Böylece gıda maddesi soğutulur ve soğuma hızına bağlı olarak mağara havası sıcaklığına, yani; ortalama 10°C civarına düşürülebilir. Soğutma ortamı ile soğutulacak gıda maddesi arasındaki sıcaklık farkının küçüklüğü, hava hareket hızının düşüklüğü, mağara içindeki soğuma olayının yavaş olacağına bir işaret sayılmalıdır. Bu durum bugünün gıda maddesi soğuma tekniğine uygun düşmüyorsa da, halâ yavaş soğutma tekniğine göre çalışmakta olan çok sayıda tesis bulunduğu gözönünde tutularak mağaralardaki soğutmanın yavaş soğutma özelliğine sahip soğuk depolardakine benzediğinin düşünülmesi gerekir.

Yapay soğutma tesislerinde yavaş soğutma 36 ilâ 48 saat hatta bazan daha fazla zamanda olabilmektedir. Biz mağaralar için ihtiyatlı bir davranışla 48 saatlik bir soğuma zamanı seçebiliriz. Bu seçim bize her defasında uygun yükleme miktarını bulmamızı sağlayacaktır.

48 saat zarfında giderilebilecek ısı miktarı:

$$Q = 48 \times 41472 = 1,990,656 \text{ kcal/48 saat olur.}$$

Soğuk depo tatbikatlarına benzer şekilde bu ısının 1/4 ünden yükleme ve havalandırma sebebiyle istifade edilemediği düşünülürse, geriye kalan,

$$Q = 1\,500\,000 \text{ kcal/48 saat ise soğutma için kullanılabilir.}$$

Meyva ve sebzeler için ortalama özgül ısı 0,7 - 0,9 kcal/kg °C olduğuna göre:

$$Q = m \cdot c (t_1 - t_2) \quad \text{formülünden}$$

$$m = \frac{Q}{c(t_1 - t_2)}$$

soğutulabilecek meyva ve sebze miktarı bulunur.

$t_1 = 25^\circ\text{C}$ meyva ve sebzenin mağaraya konmadan önceki sıcaklığı

$t_2 = 10^\circ\text{C}$ meyva ve sebzenin mağarada soğuyacağı son sıcaklık

$c = 0,8$ ortalama özgül ısı olarak alınır,

$$m = \frac{1.500.000}{0,8(25 - 10)} = 125.000 \text{ kg/48 saat bulunur. Böylece;}$$

asgari ölçüler alındığı zaman bile iki günlük soğutma zamanı içinde 125 ton meyva ve sebzenin sıcaklığını yaklaşık olarak mağara sıcaklığına indirmiş olabileceğiz. Bu yükleme periyodu gözönünde bulundurularak mağara büyüklüğüne göre depolanan miktar belirlenebilecektir. Şu halde soğuma hızı ve depolama alanı büyüklüğüne göre muhafazaya alınacak gıda maddesi miktarı tespit edilmelidir. Bu miktar yüklenebilecek asgari miktar olarak kabul edilmelidir. Azami miktar ise mağara içi sıcaklığını oluşturan ısı kaynaklarının tesir durumuna bağlı görülmektedir. Bu da her mağara için ancak yükleme denemeleriyle ortaya çıkabilir.

Yörede yapılan araştırmalarda, genellikle mağaraların birden fazla ağızla dışarıya açıldıkları gözlenmiştir. Bu tip mağaralar hava akışına fazlaca engel olmadığı ve ağızların meteorolojik konumları değişik olduğu düşünülürse hava hızlarının ve dışarı ile mağara içi arasında yer değiştiren hava miktarının daha fazla olduğu anlaşılır. Bu durum taşınan ısı miktarının da, hesaplarda yaklaşık bulunmaya çalıştıığımızdan çok daha fazla olduğuna bir işarettir. O halde hesaplanan değeri asgari potansiyel olarak yorumlamak yerinde olacaktır.

125 tonluk soğuk deponun yükleme durumuna bağlı olarak her cins meyva ve sebze için değişik büyüklükte olacağı muhakkaktır. Yapay soğuk depolarda oda yüksekliği genellikle 4 m civarındadır. Ortalama 3 m yükleme yüksekliği kabul edilerek 1 m^2 alana gıda maddesinin cinsine göre 250 ilâ 750 kg yükleme yapılabilir. Yine ortalama bir değer olarak m^2 ye 500 kg yükleme yapıldığını düşünürsek 125 000 kg lık yükleme için 250 m^2 lik depo gerekecektir. Böyle bir deponun ölçülerini genel kaideye yakın olarak $13 \times 19,2 \times 4$ olarak alabiliriz. Buna göre deponun duvar alanı $(13 - 19,2) \times 2 \times 4 = 257 \text{ m}^2$. Tavan ve taban alanı da 500 m^2 olduğuna göre soğuk depoda $257,6 - 500 = 760 \text{ m}^2$ lik ısı kazancı alanı elde edilir. Ekonomik bir düzenlemede soğuk depolarda 1 m^2 lik bir alandan 10 kcal/h lık ısı geçişi uygun kabul edilebilir. Buna göre soğuk deponun duvar, taban ve tavanından, $760 \times 10 = 7600 \text{ kcal/h}$ lık bir ısı kazancı olması beklenmelidir. Böylece mağarada elde edileceği düşünülen 41472 kcal/h lık kapasiteyi yapay soğuk depoda gerçekleştirmek istersek, diğer bütün unsurlar aynı kabul edilse bile çeperlerde olan ısı kazançları sebebiyle; $41472 - 7600 = 49072 = 49100 \text{ kcal/h}$ lık bir soğutma gücüne ihtiyaç olduğu anlaşılır. Yapım ve işletme masraf-

ları ile amortisman gibi unsurların hiçbiri düşünülmeden sadece enerji açısından bir karşılaştırma yapalım.

2.05 - Mağaraların Yapay Soğuk Depolarla Kıyaslanması

Genel olarak soğuk ortam ile soğutucu akışkanın buharlaşma sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı 10°C alınmaktadır. Bu genel kaideye uyarak mağara ortamı sıcaklığına eşit sıcaklıktaki soğuk depo ortamı elde edebilmek için soğutucu akışkanın buharlaşma sıcaklığını 0°C alalım. Akışkanın yoğuşma sıcaklığını da 30°C alarak durumu (p,i) diyagramından izleyelim.

Soğutucu akışkan olarak amonyak kullandığımızı düşünelim.

Diyagramdan;

$$i_A = i_B = 135 \text{ kcal/kg}$$

$$i_C = 402 \text{ kcal/kg}$$

$$i_D = 435 \text{ kcal/kg}$$

değerleri okunmaktadır. Bu değerlere göre soğutma sisteminde dolaştırılması gereken akışkan miktarı,

$$G = \frac{Q}{i_C - i_B}$$

$$G = \frac{49100}{402 - 135} = 183,89 = 184 \text{ kg/h olur.}$$

Bu akışkan için sarfedilecek kompresör sıkıştırma işinin ısısal karşılığı;

$$Q_{\text{komp}} = (i_D - i_C) \times G$$

$$Q_{\text{komp}} = (435 - 402) \times 184 = 33 \times 184 = 6072 \text{ kcal/h}$$

olur. Buna göre kullanılacak kompresörün sarfettiği,

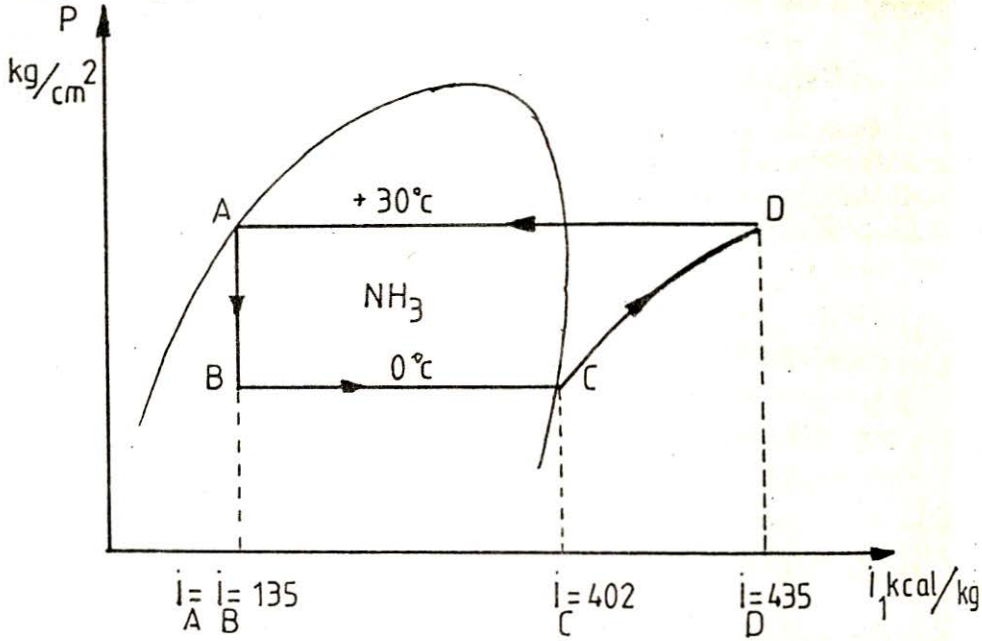
$$W_{\text{komp}} = \frac{Q_{\text{komp}}}{860} \text{ kW}$$

$$W_{\text{komp}} = \frac{6072}{860} = 7,06 \text{ kW olmalıdır.}$$

Kompresörlerin pratik sarfiyat gücünü bulabilmek için etkili olan indike verim ($\eta_i = 0,75$) ve mekanik verim ($\eta_m = 0,80$) ortalama değerleri de gözönünde bulundurulursa güç sarfiyatı;

$$W_{p.\text{komp}} = \frac{7,06}{0,75 \times 0,8} = 11,76 \text{ kW bulunur.}$$

$$W_{\text{komp}} = \frac{6072}{860} = 7,06 \text{ kW olmalıdır.}$$



Şekil: 2 - NH₃ Soğutma çevrimi

Pratikte kompresörlere akuple edilecek motorların gücü ilk hareket momenti sebebiyle 1,2 1,5 kat artırılır.

$$W_{\text{em}} = (1,2 \sim 1,5) \times W_{\text{p.komp}} \text{ olur. Buna göre :}$$

$$W_{\text{em}} = (1,2 \sim 1,5) \times 11,76 = 14,1 \sim 17,64 \text{ kW olur.}$$

Pratikte ise bu güce en yakın değerde imal edilmiş elektrik motoru seçilecektir. Muhtemelen güçte bir miktar artma olacaktır. Bu safhada soğuk depo tesisatında kullanılan diğer ünitelerdeki elektrik sarfiyatı düşünülmemiştir. Örneğin, kondansörde, su kulesinde ve evaporatörde harcanması muhtemel enerji değerlerini de hesaba katarsak yapay soğuk depolarda enerji tüketimi daha da artar.

Nitekim seçtiğimiz örnektekine eşdeğer yapay soğuk depo için kondanser ısı yükü;

$$Q_k = G (i_D - i_A) \text{ formulünden}$$

$$Q_k = 184 (435 - 135) \text{ kcal/h}$$

$$Q_k = 55200 \text{ kcal/h olmaktadır.}$$

Su soğutmalı bir kondanser sisteminde tatbikata uygun olarak suyun kondansöre giriş ve çıkışı arasındaki sıcaklık farkı 4°C alınır, kondansörde giderilecek ısı yükü;

$$Q_k = M(t_{sç} - t_{sg}) \text{ formulünden}$$

$$M = \frac{Q_k}{t_{sç} - t_{sg}} = \frac{55200}{4}$$

$M = 13800 = 14000 \text{ kg/h}$ su kondanser üzerinden devrettirilmelidir.

Bu miktar su sirkülasyonunu sağlayacak pompanın gücü ise,

$$N = \frac{N \times H_m}{75 \times 3600} \text{ formulünden bulunabilir.}$$

$$M = 14000 \text{ kg/h} \quad H_m = 6 \text{ m alınarak,}$$

$$N = 0,45 \quad \text{HP} = 0,33 \text{ kW olmalıdır.}$$

Su soğutma kulesi içinde buna eşdeğer bir güç sarfiyatı olacağı düşünülebilir. Ayrıca evaporatör içinde bir güç sarfiyatı söz konusu olacaktır. Bu hususu dikkate alarak 1,5 kW lık bir ilave ile tüm güç sarfiyatı 18 kW olarak kabul edilebilir. Buna göre mağara bütün yıl kullanıma açık tutulabildiği takdirde: $18 \times 24 \times 365 = 157680 \text{ kWh}$ lık bir elektrik sarfiyatı gerektiren bir soğuk depoya eşdeğer olacaktır.

Hesaplamalar en az ölçüler içindeki değerlere göre yapılmıştır Bu kapsam içinde bir örnekleme yapılarak 250 m² lik (125 tonluk) meyva ve sebze depolama yapabilecek soğuk depoya eşdeğer bir mağaranın depolamada kullanılması ile sağlanabilecek en düşük enerji tasarrufu sergilenmek istenmiştir. Bu safhada yapım masrafları gözönünde tutulmamıştır. Aynı şekilde amortisman ve işletme masrafları da düşünülmemiştir.

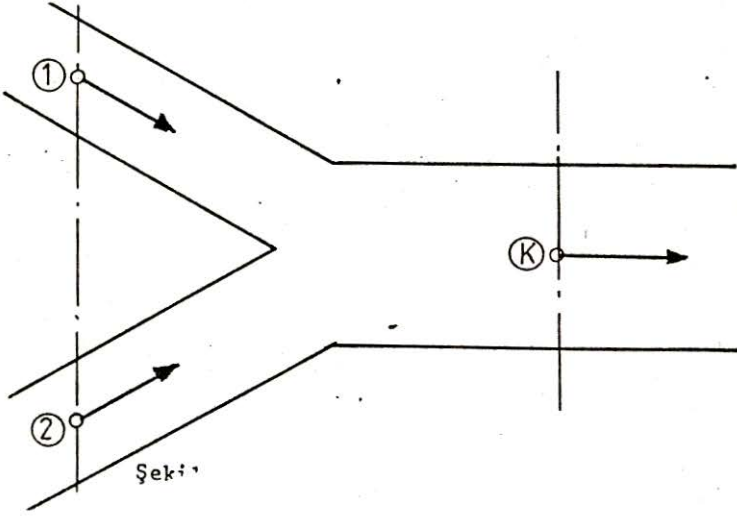
3.00 - MAĞARALARIN KLİMATİZASYONDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Mağaraların klimatizasyonda, örneğin bir büro veya otel klimatizasyonunda değerlendirilmesi konusu genelde "farklı özellikteki iki ayrı havanın karıştırılması" olayıdır.

Özelliği ve miktarı verilmiş iki ayrı hava akımı, çevre ile ısı alışverişi yapmayacak bir sistem içinde ve sabit basınç altında karıştırılırsa, meydana gelen karışım havasının özelliklerinin "Kütle ve Enerjinin Korunumu" prensiplerinden hareket edilerek hesaplandığı Nemli Havanın Termodinamiği konularından bilinmektedir.

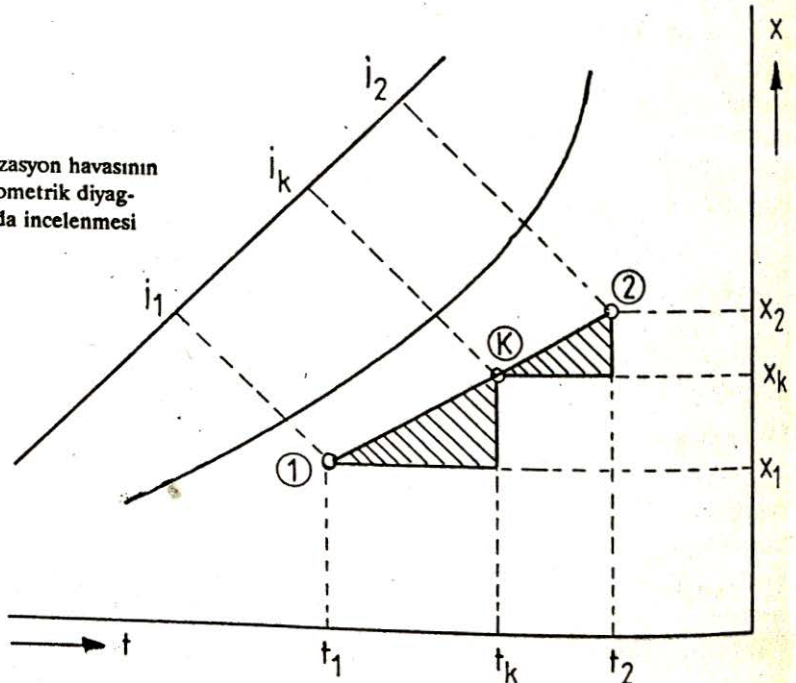
Burada konu edilen iki ayrı havadan biri mağara havası, diğeri ise büro veya otelin bulunduğu çevre havasıdır. Bu iki ayrı hava bir karışım odasında bir-biri ile karıştırılarak insan konforunu sağlamak üzere büro veya otel odalarına sevkedilmelidir.

Şimdi bu olayı bir karışım sistemi ile, psikrometrik diyagram üzerinde inceleyelim.



Şekil: 3 - Klimatizasyon havası karışım şeması

Şekil: 4 - Klimatizasyon havasının psikrometrik diyagramda incelenmesi



Bu karışım sistemi ve psikrometrik diyagram üzerinde mağara havasının özelliklerini 1, çevre havasının özelliklerini 2 ile, karışım havasını ise K ile tanımlayalım. Buna göre:

<i>Mağara havasının;</i>	
Ağırlığı.....	m_1
Özgül nemi	x_1
Sıcaklığı	t_1
Özgül ısı tutumu	i_1

<i>Çevre havasının;</i>	
Ağırlığı.....	m_2
Özgül nemi	x_2
Sıcaklığı	t_2
Özgül ısı tutumu	i_2

<i>Karışım havasının;</i>	
Ağırlığı.....	m_k
Özgül nemi	x_k
Sıcaklığı	t_k
Özgül ısı tutumu	i_k

olduğunu kabul edelim. Bu durumda iki ayrı hava ve bu iki ayrı havanın karışımı ile elde edilen karışım veya konfor havasının ağırlık, özgül, nem, sıcaklık ve özgül ısı tutumu arasındaki ilişkiler aşağıda verilen ifadede belirtildiği gibi olur.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{x_2 - x_k}{x_k - x_1} = \frac{i_2 - i_k}{i_k - i_1} = \frac{t_2 - t_k}{t_2 - t_1}$$

Bu ifadede mağara havasının x_1 , i_1 ve t_1 değerleri mağara havasının özelliklerinden bilinir. Çevre havasının x_2 , i_2 ve t_2 değerleri ise büro ve otelin bulunduğu çevre havasının özelliklerinden tespit edilir. Karışım havasının x_k , i_k ve t_k değerleri ise büro veya otel için ihtiyaç olan konfor havasını temin için gerekli şartlara göre tayin ve tesbit edilir. Bu bilinenlere göre önemli olan m_1 ve m_2 değerleri, yani; mağara havası ile çevre havasının birbiri ile olan oranları kolayca hesaplanır.

Örneğin, 1981 yılında doktora öğrencimin de katıldığı Maden Tetkik Arama Enstitüsü ekibince girişi ilk defa gerçekleştirilen Konya Seydişehir Susuz yakınındaki henüz isimlendirilmeyen mağarada:

..Sıcaklık $t_1 = 8-10^\circ\text{C}$ (10°C kabul edildi)

Bağıl nem $Q_1 = \text{Fazla nemli}$ (% 90 kabul edildi)

olup, bu değerlere göre psikrometrik diyagram üzerinden:

Özgül nem $x_1 = 6,9$ gr. su buharı/kg. kuru hava olarak okunur.

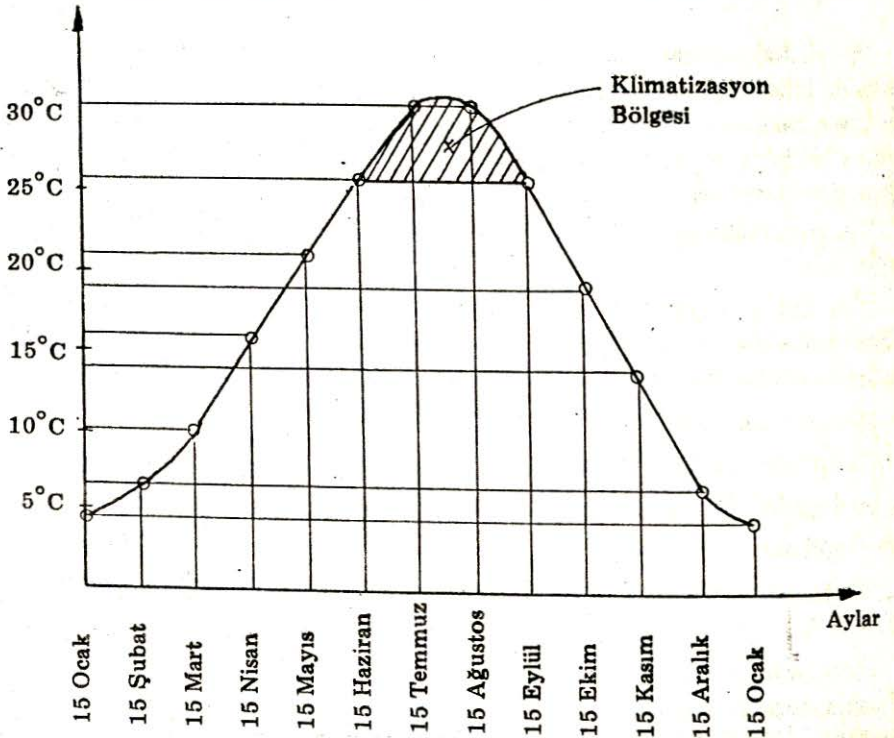
Mağara havasının özellikleri bu şekilde yerinde yapılan incelemelerle tespit edilmiştir.

Büro veya otel yapısının tasarlandığı bölge havasının da esasta belirli bir inceleme sonucu tespit edilmesi gerekmele beraber Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteninde mev-

cut olup, mağara bölgesine en yakın olan Seydişehir bölgesinin rasatlarından aylara göre ortalama yüksek sıcaklıklar ve ortalama bağıl nem miktarları tespit edilmiş ve özgül nem miktarları ise psikrometrik diyagram üzerinden okunmuştur. Tespit edilen sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir. Seydişehir İç Anadolu Bölgesinde olup, genelde kuru iklimli bir bölgedir. Bu nedenle klimatizasyonda nem ayarlanması sorunu olmayacak veya çok az olacaktır. Bu sebeple klimatizasyon işleminde sadece kuru termometre sıcaklıklarını konfor şartlarına göre ayarlamak ihtiyaca yetecektir. Şekil 5'de klimatizasyon için kullanılması düşünülen çevre havasının Seydişehir bölgesine göre kuru termometre sıcaklıkları °C olarak aylara göre verilmiştir.

Tablo: 5
Seydişehir Bölgesi Sıcaklık, Bağıl Nem ve Özgül Nem Tablosu

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ort. Yüksek Sıcak., °C(t ₁)	4,6	6,7	10,8	16,4	21,0	25,8	29,1	29,8	25,7	18,3	13,6	6,8
Ort. Bağıl Nem, Q(%)	76	72	63	54	55	43	38	38	43	56	69	79
Özgül Nem, X ₁	4,2	4,4	4,7	5,8	6,8	8,2	10,2	10,2	8,2	7,9	6,7	5,2



Şekil: 5 - Seydişehir bölgesi sıcaklık değişimi

Tasarlanan büro veya otel yapılarında insan konforu için kuru termometre sıcaklığını azami 25°C kabul edelim. Bu durumda Şekil 5'den de izleneceği üzere sadece 15 Haziran ile 15 Eylül günlerinde yani; sadece üç ay gibi kısa bir süre için klimatizasyona ihtiyaç olacaktır. Seydişehir bölgesi serin ve kuru iklimli bir bölge olduğundan ve ayrıca ihtiyaç duyulan klimatizasyon süresinin kısa olmasından mekanik klimatizasyon aşırı yatırım masrafı ve işletme için ilâve masraf giridi yaratacaktır. Bu husus, böyle bir bölgede klimatizasyonda mağara havasından yararlanmanın avantajlarını ortaya koymaktadır. Çünkü mağara havasından yararlanılan klimatizasyonda konfor havasının hazırlanması için önemli bir işletme masrafı gerekmeyecek, sadece belirli oranlarda mağara havası ile çevre havasının karıştırılarak klimatizasyonu düşünülen hacımlara sevk edilmesi ihtiyaca yetecektir.

Şimdi, insan konforu için gerekli klimatizasyon havasının; mağara havası ile çevre havasının karışımından elde edilmesi olayını psikrometrik diyagram üzerinden izleyelim. Psikrometrik diyagram üzerindeki mağara havası 1 durumu ile, çevre havası 2 durumu ile gösterilmiş olup, 25°C kuru termometre sıcaklığına uygun klimatizasyon konfor havası ile K durumu ile gösterilmiştir. Bu durum aylık ortalama en sıcak duruma göre belirlenmiş olup, gerek bu durum ve gerekse ortalama yüksek sıcaklık değerleri 29,8°C (yaklaşık 30°C kabul edilmiştir)'den 25°C sıcaklığa doğru inerek yaklaştıkça klimatizasyon konfor havası için mağara havası miktarının çevre havası miktarına oranları:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{t_2 - t_k}{t_2 - t_1} = \frac{30 - 25}{30 - 10} = 0,25$$

örneğinde olduğu gibi hesaplanarak aşağıda bir tablo halinde verilmiştir.

Tablo: 6
Çevre Sıcaklığına Göre Klimatizasyon Havası
Karışım Oranı

Çevre Sıcaklığı °C	Karışım Oranı m ₁ /m ₂
30	0,250
29	0,210
28	0,166
27	0,117
26	0,062
25	0,000

Bu tablonun incelenmesinden anlaşılacağı üzere klimatizasyon havasında değişik dış sıcaklıklar için % 00 ilâ % 25 oranında mağara havasının karışım havasında yer alması ile gerekli konfor havası sağlanmış olacaktır.

4.00 - SONUÇ

Tabii mağaraların bazıları ulaşımı zor ve yerleşim bölgelerine çok uzak olmakla beraber, bazıları tarım alanlarına ve yerleşim yerlerine çok yakın veya ulaşımı kolaydır.

Mağaraların soğuk depoculuk ve klimatizasyonda değerlendirilmesi konusunda öncelikle bu tür mağaralar ele alınmalı ve bu tür mağaralara ulaşım imkânları sağlanmalı, yerleşim alanları bu tür mağaraların yakın yörelerine kaydırılmalı veya bu tür yörelere yeni yerleşim alanları kurulmalıdır. Bu arada da şüphesiz bu tür mağaralar öncelikle turizme açılmalı, çevrede yeni tarım alanları islah edilmeli veya tarımcılık teşvik edilmeli ve bu faaliyetlere paralel olarak da mağaralar başta soğuk depoculuk olmak üzere klimatizasyonda da değerlendirilmelidir.

Böylece yeni yerleşim ve ticari alanlar ve olanaklar yaratılmış olacak ve bu arada da modern yaşam için elzem olan gıda maddelerinin bozulmadan belirli bir süre saklanması ve insan konforu için klimatizasyon işlemi aşırı bir yatırım ve enerji masrafına neden olmadan sağlanabilecektir.

Araştırma konumuz tabii mağaraların sadece soğuk depoculuk ve klimatizasyonda değerlendirilmesi konusuna teksif edilmekle beraber, serin ve rutubetli iklim şartları tabii mağaraları insan gıdası için kültür mantarı vb. bitkilerin yetiştirilmesinde ve üretiminde de değerlendirebiliriz.

Ayrıca mağaralarda bulunabilen serin sular ve zaman zaman ortaya çıkan yeraltı suları temiz ve berrak olmaları halinde içme suyu olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bu tür sular çok yakın kullanılabilir araziye taşınarak tarla balıkçılığında da, örneğin; alabalık yetiştirmede de kullanılabilir. Balık havuzlarından taşan ve akan kullanılmış su ise çevredeki tarım arazisinin sulanmasında kullanılabilir.

Özetle söylemek gerekir ki, tabii mağaralar sadece ve sadece soğuk depoculuk ve klimatizasyon amacı ile yararlanılabilir ülke kaynakları olmayıp, yeterli herhangi bir amaçla kullanılmaya ve değerlendirilmeye alınsın, görülecektir ki, kullanıma ve değerlendirilme konuları peşpeşe birbirini takip ederek ortaya çıkacaktır.

Sonuç olarak denilebilir ki, tabii mağaralar bugün için henüz değerlendirilmeyen, ama mutlak ve acilen değerlendirilmesi gereken ülkemiz için çok önemli birer mal varlıklarıdır, birer hazinedir.

KAYNAKLAR

1. GÜLDALİ, N.: "Karstik Araştırmaların Türkiye İçin Önemi", Jeomorfoloji Dergisi 3, s. 54-60, 1971.
2. Fédération Française de Spéléologie: "L'hydrogéologie Karstique", Spelunca 1., s. 9-10, Paris 1980.

3. AYGEN, T.: "Speleoloji", İller Bankası Dergisi, s. 9-10, 1970.
4. GÜLDALI, N., NAZİK, L., ÖNAL, Ö.: "Türkiye'de Mağara Araştırmaları", M.T.A. Enstitüsü, Ankara 1980.
5. BAŞAR, M.: "Teşekkür Tiplerine Göre Türkiye Mağaraları Haritası", Jeomorfoloji Dergisi 4, s. 138-139, 1972.
6. AYGEN, T.: "Türkiye'nin Bilinmeyen Tabiat Değerleri", İller Bankası Dergisi 13, s. 18-19, 1968. 18, s. 18-19, 1969, 21, s. 15-16, 1969. 22, s. 18-20, 1969. 24, s. 18-19, 1969. 25, s. 18-19, 1969.
7. TRIMMEL, H.: Hohlenkunde, Friedr, Vieveg Sohn GmbH, s. 177-197, Braunschweig 1968.
8. BÖGLI, A.: "Spelaometeorologie-Spelaoklimatologie", Karsthydrographie und Physische Spelaologie, s. 221-229, Springer Verlag Berlin 1978.
9. ERBIN, İ.E.: "Frigorifik Endüstrisi ve Gıda Maddelerinin Soğukla Muhafaza Tekniği", s. 70-82, İstanbul Kurtuluş Basımevi 1952.
10. PLANK, R.: "L'utilisation du Froid Dans Les Industries Alimentaires, s. 179-182, 382-386, 499-500, Paris, Dunod 1965..
11. L'Association Française du Froid: "Le Froid et ses Application", Supplément a la Revue Générale du Froid, s. 7-12, Paris 1965.
12. SAVAŞ, S.: " Soğuk Depoculuk ve Soğutma Sistemlerine Giriş 1" s. 6-8, Teksir kitap, Balıkesir 1980.
13. M.T.A. Enstitüsü: Akseki-Seydişehir Yörlerinin Önemli Mağaralarının Bulduru Haritası.
14. Başbakanlık Devlet İstatistik Ens.: "Tarımsal Yapı ve Üretim", s. 49-154-155, Ankara, 1979.
15. GÜNAY, A.: "Yemelik Mantar ve Yetiştirme Tekniği", s. 21-31, A.Ü. Ziraat Fakültesi, 1971.
16. GÜLDALI, N., NAZİK, L., ÖNAL, Ö.: "Akseki-Seydişehir Yörelere Önemli Mağaraları", M.T.A. ,Enstitüsü, Ankara 1980.
17. M.T.A. Enstitüsü: Mağara Haritaları.
18. UZUN, M.: "Tabii Mağaraların Başta Soğuk Depoculuk ve Klimatizasyon Olmak Üzere Değerlendirilmesi", Doktora Tezi.