

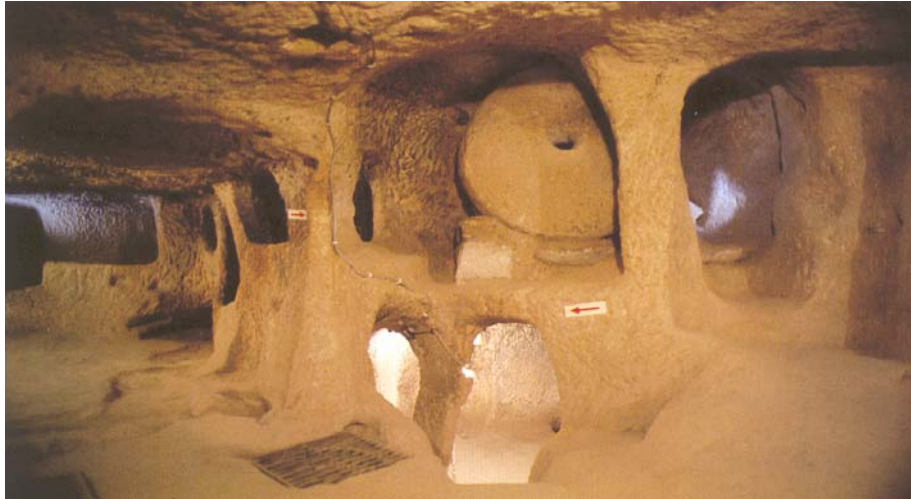


YERALTI YAPILARININ GIDA DEPOLAMA, OTOPARK VE ALTYAPI GİBİ FARKLI AMAÇLARLA KULLANIMI

Mustafa Z. SUNU*



Dünya nüfusu gibi Türkiye nüfusu da giderek artmaktadır. Sanayi, enerji, savunma, inşaat ve ulaştırma sektörleri çağdaş yaşamda artan miktarlarda önem kazanmaktadır. Aşırı nüfus ve sanayinin en başta etkilediği noktalar ise arazilerin savurganca kullanımı, çevrenin tahribi, yerleşim ve tarım alanlarının azalması ile sivil ve ekonomik savunma olmaktadır. İlk uygarlıklardan bu yana insanoğlu barınma, güvenlik ve diğer amaçlarla yeraltını kullanmıştır. İlk çağlarda mağaralardan faydalanılması Anadolu uygarlıkları da dâhil olmak üzere birçok kavimde görülmüştür. Gelişmiş ülkelerin yıllardan bu yana uyguladığı tekniklerin ülkemizde de uygulanmaya başlaması ile Türkiye bu konuda kendisini stratejik ve ekonomik açıdan daha güvenli hissedecektir.



Şekil 1. Kapadokya’da Kaymaklı Yeraltı Şehrinden bir Görünüm

Birleşmiş Milletler örgütünün tahminlerine göre toplam dünya nüfusu önümüzdeki 40 yıl içinde ikiye, şehirlerin nüfusu ise üçe katlanacaktır. Buna bağlı olarak dünyanın çeşitli yerlerinde şehirlerin gelişimi büyük boyutlara ulaşacaktır. Önümüzdeki 20 yıl içerisinde gelişmekte olan ülkelerde kentlere göç ve nüfus artışının daha da ciddi boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. 20. yüzyılda şehirler özellikleri olmayan ve estetik duygulardan uzak bir şekilde hızla gelişti. Yerleşim yoğunluğu ve yapı yükseklikleri arttı. Gelişmeler önümüzdeki yıllarda kentsel alanlarda yapılaşmanın daha da artacağını ve buna paralel olarak yeraltı mekânlarının kullanılmasının kaçınılmaz olacağını göstermektedir. Binlerce yıldan bu yana insanoğlunun tabiatı kullanımı genellikle 2 boyutlu olmuştur. (Şekil 2) Doğanın bize verdiği 3. boyuttan (Şekil 3) birkaç istisna dışında yararlanılmamıştır. Hâlbuki tabiat yeraltı nehirlerini, gölleri, mağaraları, petrol, gaz ve diğer mineral yataklarını yaratırken 3. boyutu ihmal etmemiştir. Başta İskandinav ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülkelerde yaygın bir şekilde kullanılan yeraltı mekânları sayesinde aşağıdaki avantajlar sağlanmaktadır:

Daha verimli ulaşım ve haberleşme,

Enerji kullanımı ve üretimde verim,

Depolama, atık arıtma, park yeri, askeri yapılar vb tesislerin yeraltına alınması ile yerüstü koşullarında iyileşme,

Tasarruf edilen alanların daha akılcı kullanımı.

* Prof.Dr., Muğla Üniversitesi



Şekil 2. İnsanoğlunun Yalnızca Yerüstünü Kullanımı – 2 Boyutlu Kullanım



Şekil 3. Tabiatın Yeraltını Kullanımı, Mağaralar – Doğada 3 Boyutlu Kullanım

Yeraltı Yapılarının Kullanımının Ülke Ekonomisi için Önemi

Dünyada birçok ülke gibi Türkiye’de yeraltı yapılarından faydalanılması için gerekli jeolojik koşullara sahiptir. Bu nedenle yeraltının çeşitli sosyal, endüstriyel, çevresel, askeri ve diğer amaçlarla kullanımı teknik açıdan mümkündür.

Yeraltının Farklı Amaçlarla Kullanım Biçimleri

- 1. Ulaşım Amaçlı:** Metrolar, Yeraltı Yolları, Yeraltı Parkları,
- 2. Altyapı Amaçlı:** Elektrik hatları ve Trafo sahaları, Telefon ve Gaz hatları, Su ve kanalizasyon iletimi, Arıtma tesisleri, Çöp toplama istasyonları,
- 3. Alışveriş Merkezleri:** Dükkânlar, lokantalar, çeşitli tesisler vs.
- 4. Sanat ve Kültür Merkezleri:** Kütüphane, müze, sanat merkezi, yüzme havuzu, konser salonu vb,
- 5. Afetlere Karşı:** Yeraltı su tahliye sistemleri, yeraltı su rezervuarları, sığınaklar
- 6. Depolama ve Üretim Amaçlı:** Tahıl, gıda, çeşitli malzemeler ve nükleer atık depolama, yeraltı üretim tesisleri, atölye ve fabrikalar,
- 7. Araştırma Amaçlı:** Deprem, inşaat ve yerbilimleri araştırmalarında,
- 8. Enerji Amaçlı:** Yeraltı termik, hidrolik santralleri, Petrol ve gaz depoları
- 9. Savunma ve Askeri Amaçlı:** Sığınaklar, arşivler, dok, tersane, askeri ve stratejik üretim birimleri, savunma amaçlı her türlü depolama – gıda, cephane vb, askeri araç park yerleri, komuta merkezleri, yeraltına monte edilebilen füze sistemleri,



Yeraltı Yapılarının Yerüstü Yapılarına Göre Avantajları

Depreme Karşı Avantajları

Yeraltı yapılarının yerüstü yapılarına kıyasla deprem etkilerine dayanıklı olduğu bilinmektedir. 17 Ocak 1995 yılında Japonya'nın Kobe kenti merkezli 7.2 büyüklüğündeki Büyük Hanşin depreminde 100.000 ev ağır, 436.000 orta ve hafif ölçüde hasarlanmıştır. 6308 kişinin öldüğü ve 43.177 kişinin yaralandığı Kobe ve çevresinde depremin Japon ekonomisine maliyeti 100 milyar ABD \$ olmuştur. Şekil 4 deprem sonrası çekilen görüntüler olup yerüstü yapılarının büyük ölçüde hasarlandığı Kobe'de Metro'nun çok hafif şekilde hasarlandığı ve çalışmaya devam ettiğini göstermektedir.



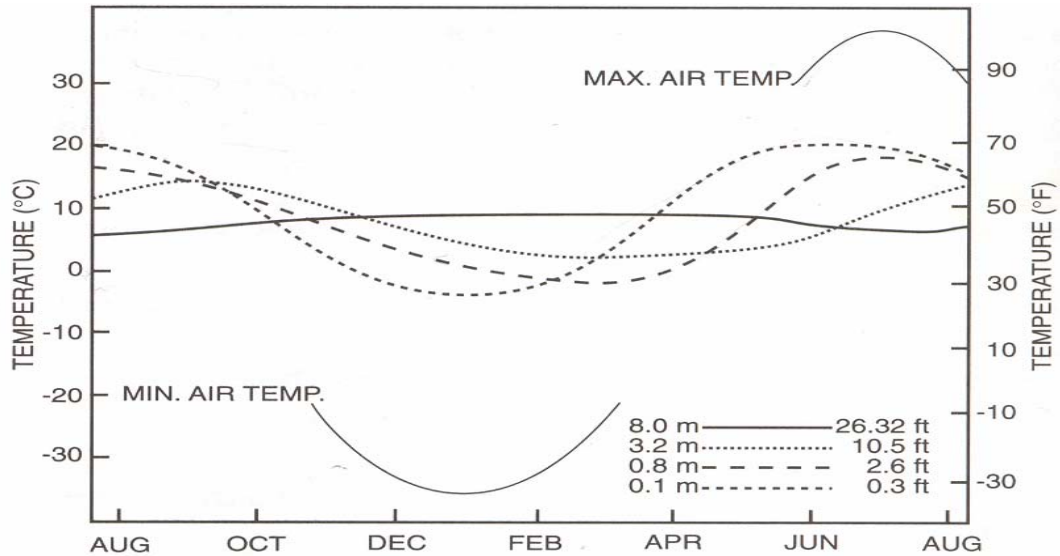
Şekil 4. 1995 Büyük Hanşin depremi sonrası Kobe'de metro ve çok katlı

Olumsuz hava Koşullarına Karşı Avantajları

Yeraltı yapıları fırtına, tayfun, hortum, şimşek, dolu, sel vb doğal afetlerden doğaları gereği etkilenmezler.

Termal (Isı) Avantajları

Dünyanın birçok bölgesinde yeryüzünden itibaren 500 metreden daha az derinlikteki yeraltı boşluklarında gözlenen sıcaklıklar yerüstünde görülen büyük mevsimsel sıcaklık farklarına karşı makul düzeylerde dir. Yeraltı yapıları bu özelliği nedeniyle enerji depolanmasında önemli avantajlara sahiptir. Örneğin ABD'de Minneapolis kentinde yapılan bir araştırma (Şekil 5) yerüstü sıcaklıklarının yaz aylarında maksimum + 40 C, kış aylarında ise minimum - 35 C ye ulaşmasına rağmen (75 C fark), yeraltında ısı değerlerinin (yüzeyden 8 m derinlikten itibaren) + 6 C ila 8 C arasında değiştiğini göstermektedir.



Şekil 5. Yeraltının Termal (Isıl) Avantajı



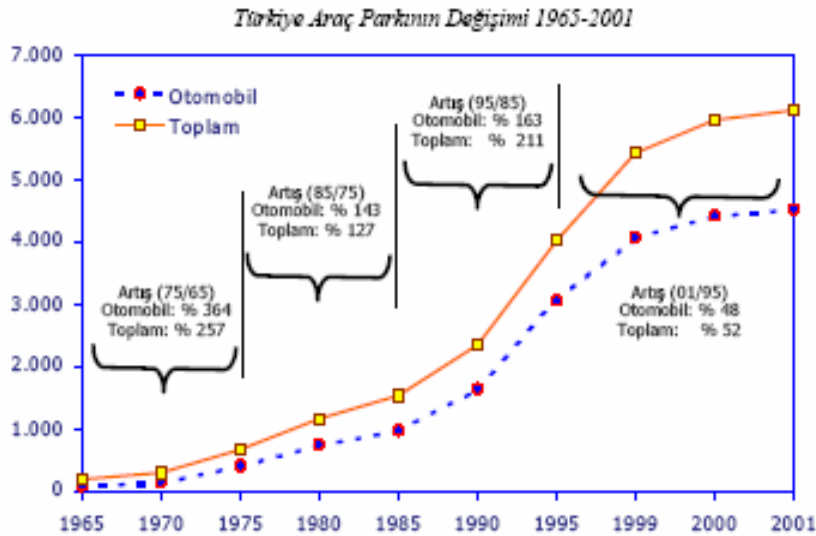
Mekân Avantajı

Yeraltı yapıları, jeolojik koşullar uygun olduğunda, özellikle yerleşim yerleri ve yakınlarında mevcut yerüstü tesislerinin altlarına yapılabilirler. Bu bölgelerde ilave yerüstü yapı ve tesislerinin yer kısıtlığı nedeniyle yapılmaları çok zor veya imkânsızdır.

Kent Merkezlerinde Yeraltı Otoparkları

Otoparklar araçların toplandığı ve sabit olarak bırakıldıkları mekânlardır. Trafik mühendislerin yaptığı hesaplar motorlu araç sayısında büyük bir yoğunluğu oluşturan otomobillerin bir yılda zamanın %90'ından fazlasında park halinde olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla oldukça önemli bir otopark varlığının gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de özellikle büyük kentlerde yaşanan ve şu anda orta ve az nüfuslu kentleri de etkilemeye başlayan otopark problemi ciddi bir sorundur.

Türkiye'de otomotiv sanayisi gelişip özel oto sahipliği teşvik edilirken, araç sayılarının artmasından doğacak sorunları çözmeye yönelik tedbirler alınmamaktadır. Şekil 26 da Türkiye'de 1965-2001 yılları arasındaki araç artışı verilmektedir. İstatistiklere bakıldığında Türkiye'de 1974 yılında 650.000 olan motorlu araç sayısı 2002 yılında 7 milyon âdete çıkmıştır. Bu 11 kat artışa eşdeğerdir. İstanbul ilinde 1997'de 1.6 milyon olan araç sayısının 2010 yılında 3.5 ila 4 milyona, 2020 yılında da 7.5 ila 8 milyon adete ulaşacağı beklenmektedir. Öte yandan AB ülkelerinde her 1.000 kişiye düşen taşıt sayısı 550 iken, Türkiye'de ise 100 âdete yaklaşmaktadır. Her 1.000 kişiye araç sayısında Bulgaristan 250, Yunanistan 333 ve Portekiz ise 480 adetlik bir rakamla ülkemizden çok üst seviyelerdedir. Yukarıda bahsedilen veriler ışığında ülkemizde önümüzdeki yıllarda araç sayısında hızlı bir artış olacağına kesin gözüyle bakılmaktadır.



Şekil 6. Türkiye'de 1965 ila 2001 yılları arasındaki araç artışı

Özellikle gelişmiş ülkelerde şehir merkezlerinde park problemini ortadan kaldırmak için uygulanan çok kullanışlı yöntemlerden birisi **yeraltı** otoparklarıdır. Şekil 7 ila 12'de çeşitli ülkelerdeki yeraltı otopark uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 7. Stockholm (İsveç) tarihi bir okulun altına sonradan yapılan yeraltı otoparkı



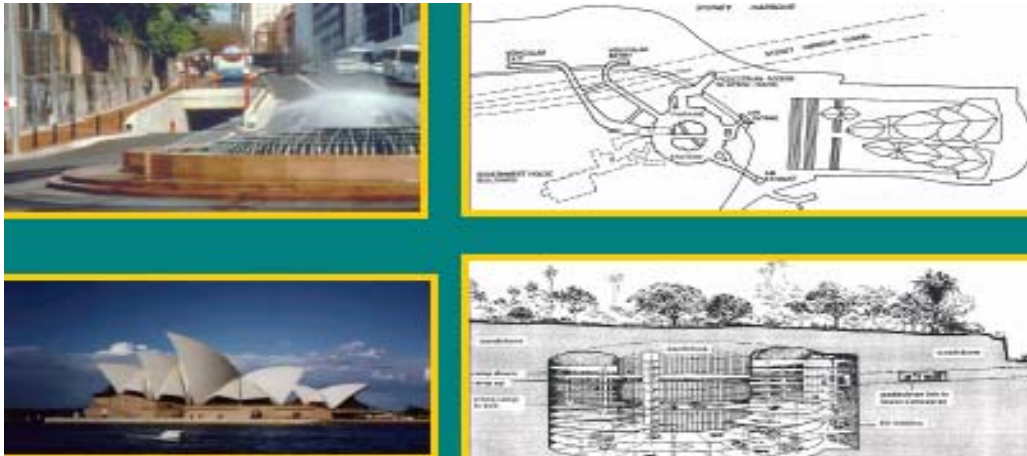
Şekil 8. Stockholm şehir merkezindeki bir parkın altına inşa edilen bu 2 katlı yeraltı yapısı hem çöp kamyonları için otopark hem de transfer istasyonu görevi görmektedir



Şekil 9. Yokohama (Japonya) kent merkezinde çok katlı bir yer altı otoparkının girişi ve bölgenin havadan görünüşü



Şekil 10. Marsilya (Fransa) Estienne d'Orves Meydanında 1950 yıllarda yapılan ve mevcut tarihi dokuyla uyumsuz yerüstü otoparkı (solda) yıkılarak yeraltı parkı (sağda) yapılmıştır.



Şekil 11. Sydney (Avustralya) Opera Sarayında ortaya çıkan otopark problem mevcut yapının altına yeraltı otoparkı yapılarak çözümlenmiştir.

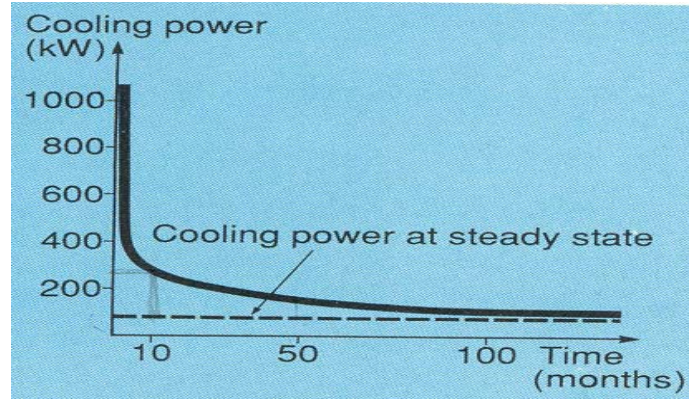


Şekil 12. Kopenhag’da Danimarka cadde altında bir yeraltı otoparkı

Yeraltında Gıda Depolanması

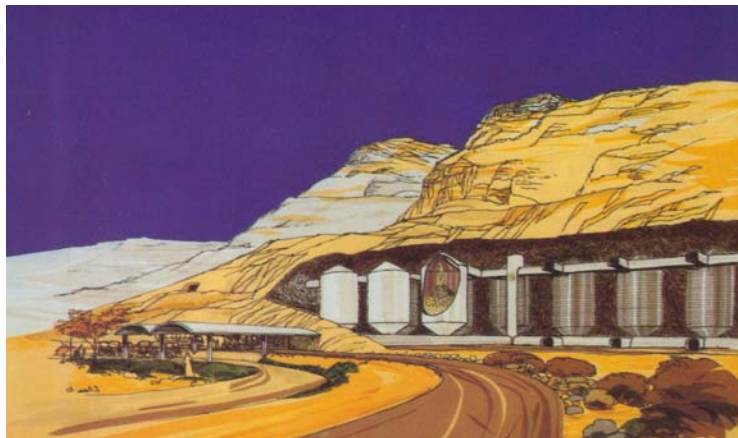
Yeraltında gıda maddelerinin saklanması tarih öncesi devirlerden günümüze uygulanmaktadır. Yeraltının bu amaçla kullanımının başlıca sebepleri; yeraltındaki çevre koşullarının uygunluğu, böcek, haşere, mantar vb. zararlıları kontrol kolaylığı; güvenlik ve sabit ısı gibi avantaj arz eden faktörlerdir. Yeraltında tahılların saklanması esnasında yerüstünde olduğu gibi mantar üremesi ve bozunma meydana gelmez. Dünya’da yeraltında gıda ve tahıl depolama konusunda Çin, Japonya, Kuzey Afrika ülkeleri, A.B.D. ve İskandinavya başta olmak üzere birçok ülkede binlerce depo ve silo bulunmaktadır.

Yeraltı soğuk hava tesislerinin en büyük avantajlarının başında kaya yapısının mükemmel yalıtım özelliğinden dolayı zaman içinde %90'lara varan miktarda elektrik tasarrufu sağlaması gelmektedir. (Şekil 13)



Şekil 13. İsveç’te yapılan bir çalışmada bir yeraltı soğuk hava tesisi çalışmaya başladıktan sonra eşdeğer bir yerüstü tesisine göre hızla enerji tasarrufuna başlamaktadır.

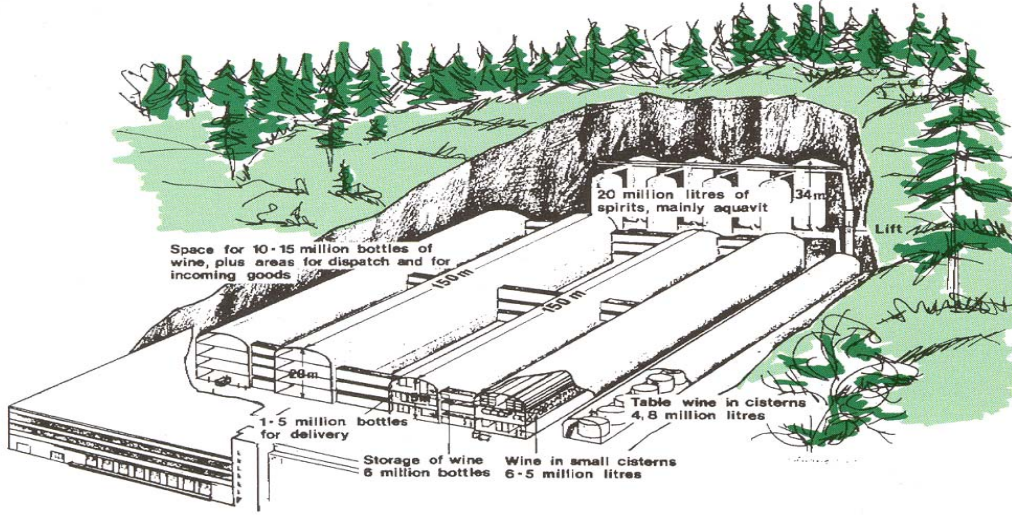
Tasarruf edilen oran 10. ayda %70, 50. ayda %80 ve 100. ayda da %90 seviyelerine ulaşmaktadır.



Şekil 14. Mısır’da yeraltı tahıl siloları



Şekil 15. Stockholm'da yeraltında dondurma depoları



Şekil 16. Stockholm'da bir kamu şirketine ait yeraltı içki depoları



Şekil 17. Kansas'ta (A.B.D.) eski kireçtaşı madenleri rehabilite edilerek dünyanın en büyük yeraltı depoları oluşturulmuştur

Ülkemiz bu konuda yalnızca Kapadokya bölgesinde yeraltı depolarına sahiptir.



Nevşehir - Ürgüp karayolu üzerinde, Ürgüp'e 6 km uzaklıkta olan Ortahisar'da hemen hemen tüm vadilerin yamaçlarına oyulan soğuk hava depolarında yörede yetişen patates ve elma, Akdeniz Bölgesi'nden getirilen portakal ve limon saklanmaktadır. Türkiye'deki yegâne yeraltı doğal soğuk hava depolarından Ortahisar'da yaklaşık 980 adet vardır. Burada binlerce ton narenciye saklanmaktadır. Yatak limonu olarak bilinen 18 kiloluk limon sandıkları bu depolarda, 2-3 ay sonra kabuğu inceliyor, suyunu arttırıyor ve 25 kilo gelmektedir. Yeraltı ortamındaki nemi çeken yatak limonların, kalitesi artmaktadır.

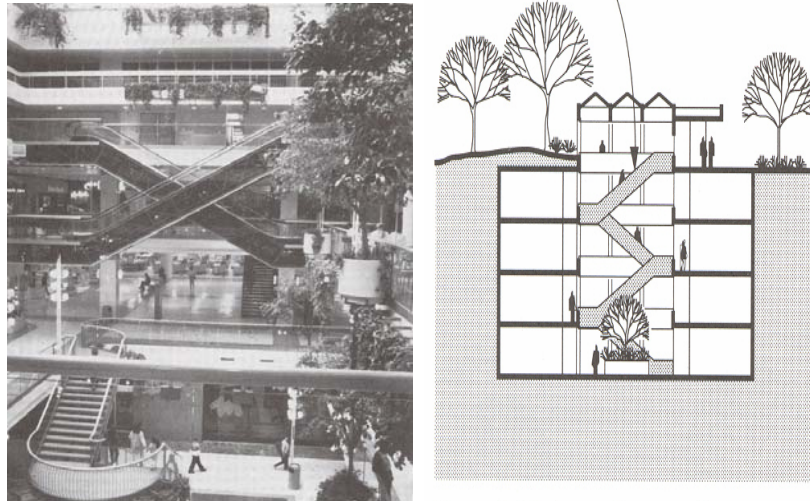
Örneğin Kapadokya'da kurulu bulunan bir tohumculuk ve depolama şirketinin yılda 50-60 bin ton yemeklik ve tohumluk patates işleme hacmi vardır. Bu ürünlerin depolanmasında Kapadokya bölgesinin özelliği olan modern yeraltı depoları (kayadan oyma) kullanılmaktadır. Şirket Kavak kasabasında 20.000 tonluk yeraltı depolarına sahiptir. Modern teknoloji ile inşa edilen bu depoların 8000 tonluk kısmı suni (vantilasyonlu) havalandırma geri kalan 12.000 tonluk kısmı da tabii havalandırma düzenine sahiptir. Bunun yanında çok sayıda kiralık depo hacmi de bulunmaktadır. Bu yeraltı depoları Ürgüp, Nevşehir yöresinin özelliği olan tuf kayalardan oyma depolardır. Tuf kayalar bu depoların yaz-kış patates için ideal olan %85 ve %90 bağıl nem ve 8-12 derecelik depo içi sıcaklığında muhafaza imkanı vermektedir. Ayrıca bu depolara mevsimine göre patates ile birlikte limon ve elma gibi narenciye ürünleri de depolanmaktadır.



Şekil 18. Kapadokya'da bulunan bir işletmenin yeraltı gıda depoları

Yeraltında Alışveriş Merkezleri, Çarşılar ve Benzeri Yapılar

Gelişmiş ülkelerde kentsel alanlarda alışveriş merkezleri, çarşılar, kütüphaneler, arşiv binaları, ulaşım transfer merkezleri ve birçok değişik amaçlı kamu yapıları yeraltında inşa edilmektedir. Örneğin Toronto'da (Kanada) metro istasyonlarına bağlı büyük boyulu alışveriş ve sosyal tesislerde yerüstünün soğuk ve gürültülü ortamından uzak rahat bir ortam sağlanmaktadır. Toronto'nun en büyük zincir hipermarketlerinden Eaton firması yeraltına yapılmış ve yakınındaki merkezi bir metro istasyonuna bağlanmıştır.



Şekil 19. Toronto'da Eaton alışveriş merkezi



Şekil 20. Paris'te Louvre müzesinin altına inşa edilen alışveriş kompleksi ve sosyal tesisler



Şekil 21. Helsinki'de bir yeraltı kilisesi

Yeraltı ve Mağaralar

Yeraltında bulunan, en az bir insanın girebileceği kadar genişliğe sahip olan boşluklara mağara denir. Bunlar bir kaç metreden, kilometrelerce uzunluk ve yüzlerce metre derinlik veya yüksekliğe ulaşabilirler. Mağaralar oluşum şekline göre: doğal ve yapay mağaralar olarak iki gruba ayrılır. Mağaraların yaygın kullanım alanları:

- Turizm
- Doğal soğuk hava depolamacılığı
- Hayvansal ürünlerin (tulum peyniri, yağ,...) olgunlaştırılması ve korunması
- Kültür mantarcılığı
- Solunum yolu hastalıkları
- Sıvılaştırılmış gaz, doğalgaz ve akaryakıt depolanması
- Askeri amaçlarla sığınak ve korunak

Yeraltının Kanalizasyon, telefon, elektrik, doğal gaz hatları vb amaçlarla kullanımı

Yerleşim yerlerinde kullanılan mikrotüneller ilk defa 1970'li yılların başında Japonya'da uygulanmaya başlanmıştır. O yıllardaki birincil amacı olan kentlerdeki kanalizasyon projeleri bugün de mikrotünelciliğin en çok kullanım alanını oluşturmaktadır. Mikrotünel uygulamalarının son yıllardaki başarılı uygulamaları görüldükçe, bu yönetime olan ilgi daha da artmaktadır. Son yıllarda gelişmiş ülkelerde bu alanda deneyimli firma sayısında artışlar gözlenmektedir.



Mikrotünelciliğin en önemli avantajlarından birisi tünel açma çalışmalarının yeryüzündeki yaşamı ve trafik akışını etkilememesi ve bir defa açıldıktan sonra yıllarca devam edecek mükerrer yol kazı çalışmalarına gerek duyulmaması gösterilebilir. Öte yandan mikrotünel metodu ülkemizin de üzerinde bulunduğu deprem kuşağında önemli avantajlar sağlayacak ve cadde ve sokaklarda Telekom, Gaz, Kanalizasyon, Su, Kablolu Tv vb amaçlı mükerrer kazıları önleyecek sonuçta ulusal boyutta milyonlarca dolar tasarruf sağlayacaktır.



Şekil 22. Japonya’da yeraltının mikrotünel ve altyapı amacıyla kullanımı



Şekil 22. Norveç’te bir yeraltı atıksu arıtma tesisi

Kaynakça

- “Underground Space Design”, J. Carmody, R. Sterling, VNR Yayınevi, NewYork, 1993
“Going Underground”, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, Stockholm, 1988
“The Use of Underground Space to Achieve National Goals”, National Science Foundation, NewYork, 1972
“Mikrotünelcilik ve Türkiye’de Uygulanabilirliği”, Uğur Taymaz, YTÜ, İnşaat Fakültesi Bitirme Tezi, Danışman: Doç.Dr. M. Sunu, İstanbul, 2002
“Askeri Yeraltı Yapıları” Bilal Kafalier, YTÜ, İnşaat Fakültesi Bitirme Tezi, Danışman: Doç.Dr. M. Sunu, İstanbul, 2002
“Çeşitli Avrupa Ülkelerinde Yer altı Otoparklarının İncelenmesi ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin Etüdü”, İlker Aykaç, YTÜ, İnşaat Fakültesi Bitirme Tezi, Danışman: Doç.Dr. M. Sunu, İstanbul, 2002
“Underground Space Use in Japan”, National Land Policy Institute, Tokyo, 1997
“Yeraltının Altyapı, Endüstri, Savunma gibi Madencilik Dışı Amaçlarla Kullanımı”, M.Sunu, Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Trabzon, 1994