

YERALTININ MADENCİLİK DIŞI AMAÇLARLA KULLANIMI

USE OF UNDERGROUND OPENINGS FOR NON-MINING PURPOSES

M.Z. SUNU

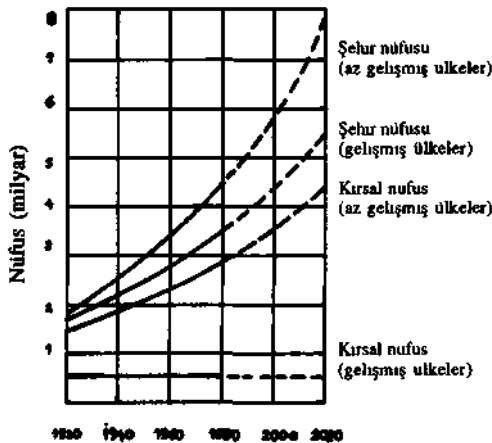
KTÜ, Maden Mühendisliđi Bölümü, 61080 Trabzon

ÖZET: Türkiye'nin nüfusu giderek çoğalıyor. Sanayi ve toplumsal gereksinimler giderek çeşitleniyor ve artıyor. Aşırı nüfus ve sanayinin ilk başta etkilediği konuların önemlilerinden birisinde arazilerin savurganca kullanımı, çevrenin tahribi, yerleşim ve tarım alanlarının azalmasıdır, tik uygarlıklardan bu yana insanoğlu barınma, güvenlik ve diğer amaçlarla yeraltını kullanmıştır. İlk çağlarda mağaralardan barınma ve depolama amaçları ile yararlanılması, yeraltı sarnıçlarında su muhafazası dünyada Anadolu uygarlıkları da dahil birçok eski kavimlerde görülmüştür. Doğal havalandırması olan mağaralarda meyve ve sebze saklanması ülkemizin değişik yörelerinde bugün de geçerlidir. Günümüzün modern yapı teknikleri yeraltının değişik amaçlarla kullanımını ucuz şekilde sağlarken, çevreye olan etkilerinde en aza indirilmesine katkıda bulunmaktadır.

ABSTRACT: The population of Turkey has been increasing rapidly. Industrial and social necessities have been diversifying. One of the problems due to industrialisation and urbanisation is that the availability and scarcity of land especially in metropolitan areas. Since the very earliest days of civilisation, humans have shelter, security and comfort by using underground. Using caves for storage and living quarters was a highly effective way of making use of environment in those times, just as it is today. Modern construction techniques are bringing down the cost of underground installations and they offer an almost priceless advantage of having a minimum impact on the environment, both during the construction period and in use afterwards

1. GİRİŐ

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 az gelişmiş ülkelerdeki kentlere göç ve nüfus artışının daha da ciddi boyutlarda olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya Nüfusunun Artışı

Su temini, gıda ve enerji üretimi gibi hayati konularda büyük çaplı problemler ortaya çıkabilecek ve hatta nüfusa barınma ve iş bulma konuları toplumlar üzerinde büyük baskılar doğuracaktır.

Aşırı nüfus, yoksulluk ve kıtlık insanoğlunun eski çağlardan beri bildiği konular olmakla beraber doğanın korunması, süratle tükenen kaynaklar, enerji krizleri vb konular ise oldukça yenidir. Şehirler ve sanayinin tarım, ormancılık ve temiz bir çevre açısından oldukça değerli olan alanları hızla tükettiği bir gerçektir (Jansson, 1982).

Özellikle son 100 yılda şehirler büyük değişikliklere sahne olmuştur. Bunlar nüfus ve motorlu taşıtların artışı, ticaret, endüstri ve teknolojiye gelişmeler ve hayat biçiminin değişmesidir. Bugüne kadar yapılan endüstri, barınma, ulaşım ve altyapı amaçlı yapıların niteliğine, insanların daha iyi bir yaşam düzeyine ulaşmaları açısından çok az önem verilmiştir. Özellikle az gelişmiş ülke kentlerinde insanlar yetersiz sosyal ve fiziksel çevre, kötü yaşam koşulları, düşük kaliteli işler ve işe gidiş gelişlerde tüketilen aşırı zaman vs dolayısıyla bunalmaktadır. Bilim adamlarının tahminlerine göre 2000 li yıllarda kentsel alanlarda yaşam aşağıda belirtildiği gibi değişik koşulların kontrol ve etkisinde olacaktır:

- Doğal kaynaklar, (hammaddeler, enerji vs.)
- Ekonomi, özellikle üretim kaynakları,
- Bilgi, eğitim ve yüksek teknoloji.

2. YERALTI MEKANLARI - BİLİNMEYEN BİR KAYNAK

Bulduğumuz yüzyılda şehirler özellikleri olmayan ve estetik duygulardan uzak bir şekilde hızla gelişti. Yerleşim yoğunluğu ve yapı yükseklikleri arttı. * Yukarıda bahsedilen gelişmeler önümüzdeki yıllarda şehirlerde yoğunluğun daha da artacağını ve buna paralel olarak yeraltının kullanılmasının kaçınılmaz bir gereksinim olacağını göstermektedir. Özellikle İskandinav ülkelerinde yaygın bir biçimde faydalanılan yeraltı mekanları sayesinde aşağıdaki avantajlar sağlanmaktadır (Winqvist, 1988):

- Daha verimli bir ulaşım ve haberleşme,
- Gerekli maddelerin daha verimli temini,
- Proses, depolama, atık işleme, park yeri vb tesislerin yeraltına alınması ile yerüstü koşullarının daha uygun hale getirilmesi,
- Tasaruf edilen yerüstü alanlarının daha akılcı biçimde kullanımı.

2.1. Yeraltı Yapılarının Kullanılmasının Ülke Kalkınmasındaki Yeri

Dünyada bir çok ülke gibi Türkiye'de yeraltı yapılarından faydalanılması için gerekli jeolojik koşullara sahiptir. Bu nedenle yeraltının çeşitli sosyal, endüstriyel, çevresel, askeri ve teknik amaçlarla kullanımı değerli minerallerin yeraltı maden işletme metodlarıyla üretilmesi veya hidrolik santrallerin tesis edilmeleri gibi doğal kaynaklardan yararlanılması şeklinde algılanmalıdır (Sunu, 1994). Başta İskandinav ülkeleri olmak üzere diğer birçok gelişmiş toplumlarda yeraltının ulaşım, ısıtma, su, petrol doğal gaz, kömür, nükleer atık, gıda depolama, atık su arıtma, savunma ve askeri vb. amaçlarla kullanımı oldukça yaygındır.

Türk toplumunun gelişmesine ve ihtiyaçların artıp çeşitlenmesine paralel olarak gelecekte yeraltı yapıları değişik amaçlarla ülkemizde de kullanılmaya başlanacaktır. Genellikle yeraltının değişik amaçlarla kullanımı ekonomik nedenlerden dolayıdır. Fakat hayati öneme haiz telefon hatlarının yol çalışmalarından etkilenmemesi amacıyla döşenmesi, hidrolik ve termik elektrik santrallerin, yerel merkezi ısıtma tesisleri, petrol, LPG, doğal gaz depolan, arşivler, sığınaklar, savunma ve askeri tesisler vb. yapılar korunma ve güvenlik amacıyla yeraltında inşa edilebilir. Arsa maliyetlerinin ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu büyük kentlerde ve arazi temininin kısıtlı olduğu bölgelerde yeraltı kullanılmaya hazır potansiyel bir ikinci ilave alan gibi düşünülebilir.

Metro sistemleri, otoyol ve çevre yolları, arıtma tesisleri, petrol tankları, büyük çaplı kömür depoları vs. gibi çevreyle uyum sağlamayan ve göze hoş gelmeyen tesisler yerleşim yerlerinin

yakınında ve yeraltında inşa edilebilir. Özellikle sahil şeritleri dar olan şehirlerimizde ve günümüz koşullarında yetersiz kalan kent merkezlerinde bulunan akaryakıt depoları, kum, çakıl, kömür depoları, soğuk hava tesisleri, çöp kamyonları, belediye otobüs hangarları ve otoparkların gelecekte kısmen veya tamamen yeraltına alınmasıyla bilinçsiz bir şekilde kullanılan kıyı şeridi ve kentsel araziler daha rantabl bir şekilde kullanılabilir. Bu gibi tesislerin yeraltında olması trafik, toz, gürültü, çamur vs. gibi birçok olumsuzluğu ortadan kaldıracak veya en aza indirecek dolayısıyla çok yönlü bir çevresel etkinlik sağlanacaktır.

Gelişmiş birçok ülkede yeraltı değişik amaçlarla ve yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Böylece toplumun yaşam kalitesine, daha güvenli ve verimli trafik düzenine, daha iyi ve temiz bir çevrenin oluşması ve korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'de gerek altyapı ve sanayi tesisleri, gerekse yerleşim yerleri ve tüm diğer faaliyetlerin yerüstünde olması özellikle büyük kentlerimizde yaşamı olumsuz olarak etkilemekte; askeri fabrikalar, dok ve tersaneler, petrol depoları vs. gibi stratejik birçok tesisi ise savunmasız kılmaktadır. Diğer taraftan, artan arazi talebi dolayısıyla büyük kentlerimizde arsa maliyetlerinde astronomik düzeylere ulaşmaktadır.

Değişik amaçlı yeraltı yapıları, alışlagelmiş yerüstü yapılarına kıyasla daha ekonomik olarak üretilebilirler. Zemin ve zayıf kayalardan oluşan yörelerde ise teknik ve ekonomik nedenlerle maliyet artmaktadır. Bununla birlikte çok sayıda büyük ölçekli hidroelektrik santrali, askeri ve savunma amaçlı yapılar kireçtaşı, şeyi, kumtaşı gibi nispeten zayıf kayalarda inşa edilmişlerdir.

Yeraltının değişik amaçlarla kullanımının sağlayacağı faydalar yöreye, kullanım amacına, ticari kullanım değerine ve finansman koşullarına bağlıdır. Sosyal altyapı ile ilgili projelerde ekonomik koşullarla birlikte politik ve sosyal faktörlerde önemlidir. Petrol, doğal gaz depolanması vs. gibi yalnızca ticari amaçlarla yeraltının kullanımı amaçlandığında bir maliyet-fayda analizi yapılarak çeşitli alternatifler ve değişik ülkelerdeki deneyimler göz önüne alınmalıdır. Yerüstü yapılarının dizaynında geçerli olan boyut kısıtlaması yeraltında daha toleranslıdır.

2.2. Yeraltının Kullanımının Ülkemiz İçin Gerekliliği

Bazı gelişmiş ülkelerde ham petrol ürünleri ve doğalgaz stratejik ve ekonomik amaçlarla yeraltı boşlukları (veya mağaralarında) saklanmaktadır. Ülkemizde sanayi, ulaşım ve ısıtma sektörünün artışına paralel olarak petrol ve doğalgaz tüketiminde

artmaktadır. Ülke çapında stratejik amaçlarla petrol ve doğalgaz depolanması için yeraltının kullanımının etüdü ve hayata geçirilmesi petrol ve doğalgaz ithalatında herhangi bir döviz darboğazı, savaş, temininde aksaklık vb. nedenlerle oluşabilecek problemlerden ülkemizin etkilenmemesini (veya minimum düzeyde etkilenmesini) sağlayacaktır. Hatırlanacağı üzere 1994 yılının başlarında Ukrayna ve Rusya arasındaki doğalgaz bedelini ödeme koşullarında çıkan bir anlaşmazlık sonucu özellikle Trakya bölgesindeki doğalgaza bağımlı endüstri tesisleri enerjisiz kalmış ve ülkemizde doğalgaz depolarının olmadığı ancak o gün anlaşılmıştır. Örnek olarak belirtmek gerekirse İsveç'te ham petrol yeraltı mağaralarında saklanmakta olup yalnızca Nynashamn rafinerisinde bu miktar 1980'de ihaleye çıkarılan yeni mağaralarla 940.000 m³ e ulaşmıştır.

Bilindiği üzere Türkiye coğrafi ve politik bakımdan oldukça istikrarsız bir bölgede yer almaktadır. Yüzyıllardan bu yana sürekli olarak en az bir, iki hatta daha fazla sayıda komşumuz savaş halindedir. Diğerleri ise ülkemize karşı değişik sebeplerle düşmanca tutumlarını sürdürmektedirler. Yakın bir gelecekte bu eğilimin değişmesi için herhangi bir sebep görünmemektedir. Bunun aksine Ortadoğu'da artarak devam eden su problemi ve ülkemizin bu konuda şanslı konumu dolayısıyla bölgesel ihtilafların daha da artacağı düşünülebilir. Gelişmiş batı ülkelerinin yıllardan bu yana uyguladığı tekniklerin ülkemizde de uygulanmaya başlamasıyla Türkiye bu konuda dışa daha az bağımlı, daha güvenli olacak ve fiyat dalgalanmalarından en az düzeyde etkilenecektir. Öte yandan stratejik endüstri birimlerinin yeraltında kurulmasıyla sivil savunma, ekonomik savunma ve ülke nüfusunun korunması amacıyla büyük gelişmeler sağlanabilecektir. Ülke insanlarının korunmasına yönelik diğer bir çalışmada yeraltında sivil savunma sığınakları yapılmasıdır. Barışta bu sığınaklar sınıf, kütüphane, garaj, depo, spor salonu ve birçok diğer amaçlarla kullanılabilir.

Yeraltının diğer bir kullanımı yerel merkezi ısıtma sistemidir. Merkezi ısıtma tek tek evleri ısıtma yerine bir bölgedeki tüm evleri ve iş yerlerinin merkezi olarak ısıtılmasıdır. Normal termik santrallerde elektrik üretimindeki % 35-40 randımına kıyasla elektrik ve ısının beraber üretildiği (co-generation) sistemlerde randıman % 85'e kadar çıkabilir. Bu sistemin sağlayacağı avantajlar şöyle sıralanabilir:

- Tek tek ufak birimlerin bağımsız olarak ısıtılması yerine merkezi ısıtmanın dağıtılması daha verimlidir ve çevre kirlenmesinin kontrolünün tek bir tesiste gerçekleştirilmesi daha kolaydır.
- Bu gibi tesisler birden fazla yakıtla çalıştığından yakıt fiyatlarındaki değişimden daha az etkilenirler.

Yerel ısıtma merkezlerindeki boru sistemleri yeraltından geçirilmekte dolayısıyla ısı kaybı azalırken güvenlik arttırılmaktadır. Bu konuda gerçekleştirilebilecek diğer bir uygulama gerek güneş

enerjisi ile gerekse yaz mevsiminde termik santraller, rafineriler, kağıt fabrikaları vb. tesislerde oluşan ve kullanılmayan sıcak suların geniş hacimli yeraltı açıklıklarında saklanarak kış mevsiminde kullanılmasıdır. Yeraltının bu amaçla kullanımı ile ülke ekonomisine büyük çapta katkılar sağlanabilecektir.

Henüz ülkemizde uygulaması olmayan kentsel pis su arıtma tesisleri yerleşim yerlerinin yeraltında inşa edilerek:

- Kent sakinleri minimum düzeyde rahatsız edilir,
- Büyük kentlerdeki pahalı arsa maliyetine karşı çözüm bulunmuş olur,
- Kapalı yerlerde aşın sıcak ve soğuk iklim söz konusu olmadığından proses kolaylıkla gerçekleştirilir.

3. YERALTI KULLANIMI KONUSUNDA DÜNYADA DEĞİŞİK UYGULAMALAR

3.1. Petrol, LPG ve Doğal Gaz Depolama

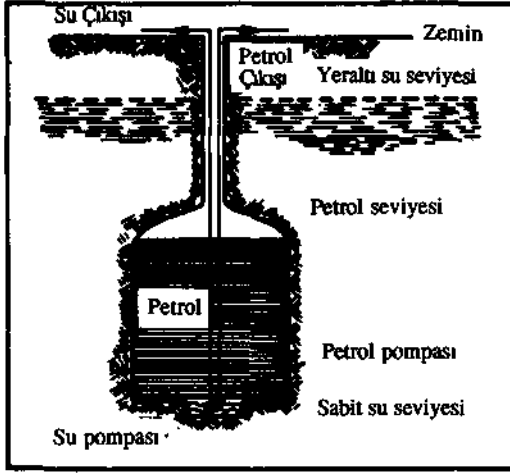
İsveç'te mağaralarda petrol ürünleri depolama düşüncesi ilk olarak 1930'lu yıllarda askeri makamların isteği üzerine güvenli bir şekilde ülkenin akaryakıt ürünlerini saklama gereksinimi sonucu gündeme geldi. Dr. T. H. Hagerman tarafından ortaya atılan ilk düşünce yeraltı boşluklarına çelik tanklar yerleştirip saklamaktır. Günümüzde de geçerli olan ve Dr. Herman Jansson tarafından patenti alınan yenilik ise suyun bir yalıtım ortamı olarak kullanılarak petrol saklanmasıdır.

İskandinavya'da 1950'li yıllardan bu yana büyük miktarlarda petrol ürünleri yeraltında saklanmaktadır, ilk önceleri askeri ve stratejik nedenlerle depolanan petrol daha sonraları ekonomik nedenlerle büyük hacimli boşluklarda saklanmaya başlanmıştır. Yeni teknikler maliyetleri büyük oranda ucuzlatmış ve son yıllarda 1,5-2 milyon m³/yıl ek mağaralar inşa edilmektedir

3.2. Kayada Petrol Depolamanın Temel Prensipleri

Petrolün yer altında çıplak kayada (çeperleri astarsız) saklanması için sudan hafif olmasıdır. Yeraltı su seviyesinin altında, petrol su tarafından baskı altında tutulur. Suyun hidrostatik basıncı depolanan petrolün tüm noktalarındaki basınçtan büyüktür. Sonuçta mağara dışına petrol kaçağı olmaz, fakat dışarıdan kaya çatlaklarından bir miktar su geliri vardır. Gelen su depo tabanında toplanır ve bir pompa yardımıyla dışarı atılır (Şekil 2).

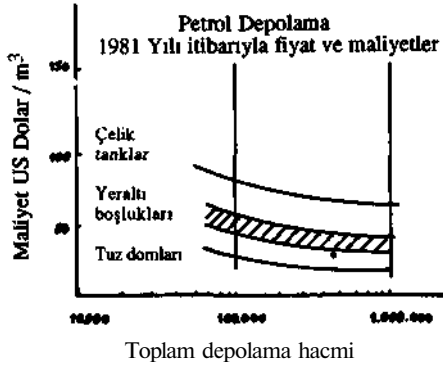
Petrolü mağarada tutan kaya yerine su olduğundan, prensipte mağara yer altı su seviyesi altında olmak kaydıyla herhangi bir geometrik biçimde olabilir.



Şekil 2. Yeraltı su seviyesinin altında açılan bir kaya yapısındaki petrol deposunun şematik görünüşü

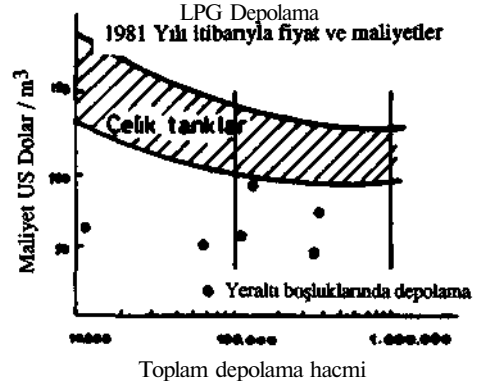
Kayada petrol saklamanın konvansiyonel yöntemlere göre (çelik tanklar) avantajı:

- Yangına karşı az risklidir ve sigorta primleri azdır,
- Sabotaj, savaş v.s. durumlarında güvencelidir.
Deprem, fırtına ve şimşek tehlikelerinde daha az risklidir,
- Yerüstü arazi gereksinimi azaltılmıştır.
- Kaya koşullarının iyi ve daha üst sınıflarda olması durumunda 50.000 m³ ve daha büyük hacimli depolarda yapı maliyeti düşüktür,
- Daha düşük çalışma maliyeti, kira, amortisman, düşük ısıtma maliyeti (ağır yağlar için), düşük buharlaşma miktarları ve düşük bakım giderleri vardır (Winqvist, 1988).



Şekil 3. Yeraltında açılan petrol depolarının çelik tanklar ve tuz domlarıyla kıyaslamak maliyeti

Konvansiyonel tanklar ve yeraltı boşluklarında petrol ve LPG depolamanın değişen hacimlere göre maliyeti Şekil 3 ve 4 de verilmektedir.



Şekil 4. Yeraltında açılan LPG depolamanın çelik tanklarla kıyaslamak maliyeti (Scandiaconsult'tan alınmıştır)

Bugün iskanın yarımadasında 200 ün üzerinde ham ve rafine petrol, ağır fuel oil, LPG ve doğal gaz depolan mevcuttur. Örnek olarak belirtmek gerekirse Göteborg kentinde bulunan bir petrol rafinerisi yakınındaki ham petrol depolama amacıyla açılan bir mağaranın hacmi 800.000 m³ tür (Şekil 5). Şekilde gözüken geri plandaki borular su ve petrol pompalama için olup, 1966-1983 yılları arasında yapılan toplam 4 petrol mağarasının hacmi 4.1 milyon m³ e ulaşmıştır.



Şekil 5. Göteborg kenti yakınlarındaki bir rafinerinin 800.000 m³ hacimli yeraltı petrol deposu (Foto: JCC Johnson Construction AB)

Brofjorden ham petrol depolan, isveç'in batı sahilinde olup ham ve işlenmiş petrol depolanması yer alanda yapılmaktadır. Amaç stratejiktir ve ülkenin tek başına en büyük hacimli (2,6 milyon m³) yeraltı boşluğu buradadır. Şekil 6 de ön planda Brofjorden ham petrol depoları, arka planda ise Scanraff rafinerisi görülmektedir. Yeraltı depo kesiti 600 m² ve uzunluğu 4330 m. dir.



Şekil 6. Brofjorden ham petrol depolarının kesit görünüşü ve arka planda Scanraff rafinerisi

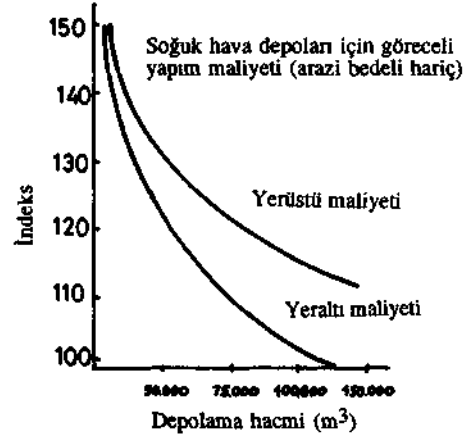
Nynashamn rafinerisinde 940.000 m³ ham petrol ve diğer işlenmiş petrol ürünleri deniz kıyısında kayalık bir yarımada da açılan boşluklarda yeraltı su seviyesi altında saklanmaktadır. Bu gibi yeraltı yapı çalışmalarında açığa çıkan blok taşlar deniz dolgusu, dalga kıran, iskele, liman, marina vs. yapımında kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.3. Gıda Maddelerinin Saklanması ve Soğuk Hava Depoları

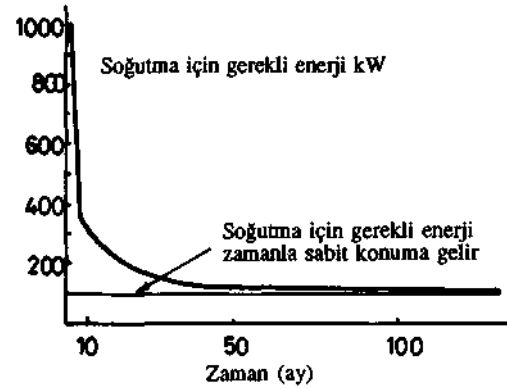
Gıda maddelerinin yeraltında saklanması eski çağlardan beri uygulanmaktadır. Günümüzde Çin'de Henan eyaletinde, Kansas'ta eski kireç taşı ocaklarında dev depolarda tahıl saklanması, sıcak iklimlerde işletilen soğuk hava depolan gibi uygulamalar mevcuttur, iskandinavya koşullarında arazi maliyeti hariç tutulduğunda yeraltında soğuk hava depolanın inşası yerüstüne kıyasla % 10-30 daha ucuzdur (Şekil 7). Yeraltında gıda depolanmanın avantajları şöyledir:

- Soğuk hava depolarında gıda maddelerinin özelliklerini kaybetmemesi için havanın rutubeti % 85-95 olmalıdır. Bu gereklilik yeraltında çok daha kolay sağlanır.
- Eşit hacimdeki yeraltı depolarında yalıtım ideal olduğundan daha az enerji harcanır, soğutucu boyutları ufaktır.
- İlk başta fazlaca kullanılan enerji 3-4 ay gibi bir zaman sonra minimuma düşer. (Şekil 8) Kahire'de bulunan bir soğuk hava deposunda -25 °C sabit ısıda

3-4 aydan sonra tüketilen enerjinin hızlı bir şekilde düştüğünü göstermektedir,
d. Bakım masraftan azdır.



Şekil 7. Yeraltı ve yerüstü soğuk hava depolanının maliyetini karşılaştıran maliyeti (Skanska'dan alınmıştır)



Şekil 8. Kahire'de bulunan bir yeraltı soğuk hava deposunun enerji gereksinimi artan zamanla azalmakta ve sabit bir değere ulaşmaktadır. (Foto: Skanska Construction AB)

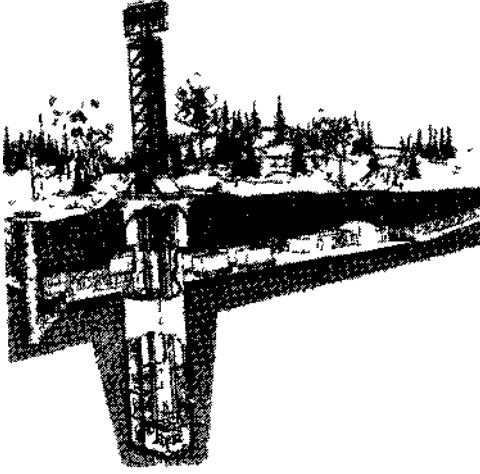
3.4. Askeri, Sivil ve Ekonomik Savunma

İskandinav ülkeleri uzun zamandan bu yana başlıca yaşamalarına ve ulusal politikalarının tarafsızlık olmasına rağmen hayati önemdeki askeri ve ekonomik tesislerini ve ülke nüfusunu korumak için büyük yatırımlar yapmışlardır. İkinci Dünya Savaşı öncesinde başlayan yeraltı yapılarından bu amaçla yararlanma, araştırma ve geliştirme bu konuda büyük bir bilgi birikimini doğurmuştur.

Muskö yeraltı askeri üssünde savaş ve saldırı anında gemilerin, denizaltıların ve diğer önemli askeri

tesislerin korunması amacıyla yaklaşık 1 km² lik bir alan yaratılmış ve 5 milyon m³ kaya çıkartılmıştır. Bu askeri tesis bir adada olup bakım, onarım imkanları, gemi dokları vardır ve 1200 kişi çalışmaktadır.

Yeraltı sivil savunma tesislerinin ekonomik olması amacıyla bunlar barışta amatör tiyatro, depo, sınıf, garaj, muhtelif amaçlı spor salonları vb. şekilde kullanılırlar. Şekil 9 da herhangi bir tehlike esnasında çekilebilen tipte bir radar görülmektedir.



Şekil 9. Yeraltına çekilebilen (retractable type) PS 80 radar (Foto: Teleplan)

3.5. Ulaşım ve Tüneller

Topografyanın engebeli olduğu yerlerde ulaşımı sağlamanın en etkili yolu tünellerdir, özellikle 19. yüzyılda demiryollarının gelişmesi ile modern tünelcilik teknolojisi de gelişmeye başlamıştır. Şehirlerin hızla gelişmesi, nüfus ve trafiğin artması ve çevresel nedenlerle yeraltının tünelcilik alanında kullanılması hızla artmaktadır.

Günümüzde tünel teknolojisi özellikle Manş Denizinin altında açılan TransManş tüneline sonra öylesine ilerlemiştir ki Cebelitarık'tan Avrupa ve Afrika, Bering Boğazında Asya ve Amerika kıtalarının birleştirilmesi telaffuz edilir olmuştur (Barkauskas, 1993).

3.6. Motorlu Taşıtlar için Park Yerleri

Yeraltı boşlukları Stockholm Belediyesi tarafından çöp kamyonları için park ve çöp sıkıştırma yeri olarak kullanılmaktadır. Stockholm'ün kent merkezinde bir parkın altında bulunan garajda 200 çöp kamyonu için park yeri, 10 kamyon için tamirhane ve çöp sıkıştırma

yeri bulunmaktadır. 1973 yılında parkın altı kazılmaya başlanarak yaklaşık 100.000 m³ taş üretilmiş ve bir kırıcı vasıtasıyla uygun boyuta getirilerek inşaat ve yol malzemesi olarak satılmış ve bundan kar sağlanmıştır. 1979 yılında yeterli hacmin boşaltılmasıyla park yeri inşa edilmiş ve daha önce 10 tonluk çöp kamyonları 30 km mesafedeki çöp yakma tesisine giderken bu tarihten sonra park yerinin yanında çöp sıkıştırma tesisinden toplanan çöpler 35 tonluk treylerlere transfer edilerek hem yılda 250.000 km tasarruf edilmiş, hem de ilave bir alan sağlanmıştır. Bu konuda özellikle ülkemizi ilgilendiren bir örnek olarak trafiğin büyük kentlerde işlevini yerine getirememesi gösterilebilir. Bunun ana sebebi yeteri sayıda veya hiç park yeri olmamasından dolayı cadde ve kaldırımlara uygunsuz park yapılarak trafik akışının engellenmesidir. Diğer bir olumsuz noktada uygunsuz park sonucu yük ve eşya boşaltan ağır taşıt sürücülerinin yolun 2. hattını veya otobüs duraklarını kullanarak trafiği danada içinden çıkılmaz hale getirmeleridir. Motorlu taşıt sayılan, kent nüfuslan ve ticari/sınai faaliyetler artarken park yerlerinin sayıca artmamasının (veya hiç olmamasının) nedenleri:

- Arazi fiyatlarının yüksekliği ve
- Bu gibi yatırımların cazip olmamasıdır.

Avrupa ülkelerinin tümünde, Japonya, A.B.D. ve diğer gelişmiş ülkelerde uygulanan yeraltının otopark amacıyla kullanıma açılması ciddi bir biçimde etüd edilmeli ve gerekli çalışmalara başlanmalıdır.

3.7. Yeraltında Merkezi Isınma Amaçlı Sıcak Su Depolama

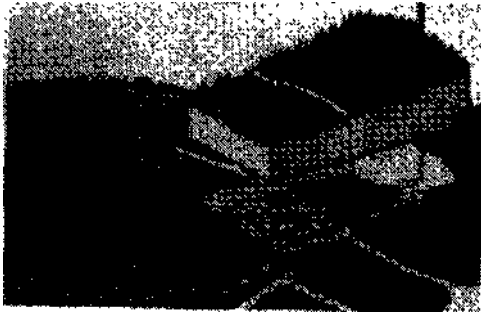
iskandinavya yarımadasında Lyckebo kentinde bulunan güneş panelleri ve yeraltı kaya boşluğu yardımıyla 550 ev yıl boyu ısıtılmaktadır. Pilot çapta çalışan bu tesiste 4300 m² alana sahip güneş enerjisi panelleri yardımıyla (her bir panel 12 m² dir) ısıtılan su, çapı 75 m, genişliği, 18 m ve yüksekliği 30 m olan 100.000 m³ hacmindeki bir yeraltı kaya boşluğunda depolanmaktadır. Su sıcaklığı 81°C ye ulaşmaktadır. Belli bir zaman süresi boyunca kaya çeperlerinin ve transfer borularının ısınmasından dolayı ısı kaybı % 15 civarındadır. 1979 yılında beher kWh elektrik üretimi için 20 kron olan ilk yatırım masrafı bu konuda teknolojinin gelişmesi ile 3.5 krona düşmüştür. Bu sayede sistemin ekonomisi ve uygulanabilirliği büyük oranda artmıştır.

3.8. Auk Su (Kanalizasyon) Antma Tesisleri

Atık su antma tesislerinin yeraltında yapılması özellikle büyük kentlerde oldukça ekonomik olmalındandır. Bu yöntemin üstün yönleri şöyle sıralanabilir:

- a. Pis su tünellerde nakledildiği için boru sistemleri yoktur. Bunların kırılması, hasarlanması ve korozyonu söz konusu değildir.
- b. Tünellerde taşınan suyun temizleme işlemine tabi tutulması gereği ortadan kalkmaktadır. Kaya yapısı temizleme işlemini büyük oranda kendisi yapmaktadır.
- c. Tünellerde aşırı sıcak ve soğuk ortam söz konusu olmadığından havalandırma problemleri minimum düzeydedir.
- d. Pis su tünelleri ilave miktardaki pis suyu uzun bir müddet depolayabildiğinden pompaj arızaları ve enerji kesintilerinin etkileri azdır.

1930 lu yıllardan bu yana uygulamadan elde edilen sonuçlara göre yeraltında yapılan atık su arıtma tesisleri oldukça verimli ve güvenilir bir biçimde çalışmaktadır. Şekil 10 da bir atık su arıtma tesisi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 10. 1800 m³/saat kapasiteli Trollhattan yeraltı pis su arıtma tesisi (Foto: VBB)

3.9. Atlantis - Stockholm'ün Altında Geleceğin Projesi

Atlantis projesi Stockholm kentinin kültür ve sanat merkezi olarak bilinen bir bölgede artan kültürel faaliyetlere imkan sağlamak için, dikey yapılaşmaya sebep olmaksızın ve çevresel görüntüyü bozmadan yeraltından yararlanmayı amaçlamaktadır. Bu proje ile sağlanacak avantajlar şöyle sıralanabilir:

- a. Özellikle kış aylarında çok az miktarda enerji ile yeraltında açılmış olan geniş alanlar ısıtılabilir.
- b. Gürültü, egzost gazı vb olumsuz etkilerden uzak temiz bir ortam sağlanır.
- c. Savaş ve saldırı gibi durumlarda sivil savunma amacıyla kullanılabilir.

- d. Kentin yeşil kuşak bölgelerine yakın yerlerde çevre bozulmamış, dikey ve yoğun yapılaşma önlenmiş olur.

4. SONUÇLAR

Gelişmiş birçok ülkede yeraltı değişik amaçlarla ve yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Böylece toplumun yaşam kalitesine, daha güvenli ve verimli trafik düzenine, daha iyi ve temiz bir çevrenin oluşması ve korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'de gerek altyapı ve sanayi tesisleri, gerekse yerleşim yerleri ve tüm diğer faaliyetlerin yerüstünde olması özellikle büyük kentlerimizde yaşamı olumsuz olarak etkilemekte; askeri fabrikalar, dok ve tersaneler, petrol depolan vs. gibi stratejik birçok tesisi ise savunmasız kılmaktadır. Diğer taraftan, artan arazi talebi dolayısıyla büyük kentlerimizde arsa maliyetleride astronomik düzeylere ulaşmaktadır

Türk müteahhitlik firmalarının yurtiçi ve dışında kazandığı deneyim, tüneller ve madencilik alanındaki bilgi birikimi, altyapı yatırımlarının payı, sürekli nüfus artışı ve ülkemizin çağdaşlaşma doğrultusunda atacağı adımlara paralel olarak önümüzdeki yıllarda yeraltının değişik amaçlarla kullanımı söz konusu olabilecek ve bu insanların özlemini duyduğu daha sağlıklı bir çevrenin oluşmasına katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

Barkauskas F., 1993; "Creative Aspects of Uses for Underground Structures - Examples from Germany", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol.8, No.1, Sayfa.25-30, İngiltere

Çeşitli inşaat firma broşürleri

Jansson B., 1982; "Future Growth of Large Cities as Related to Subsurface Use" Rockstore 1982 Konferansı, Sayfa. 7-16, Stockholm, İsveç

ScandiaConsult Firması Tanıtıcı Broşürler

Sunu M. Z., 1994; "Yeraltı Açıklık ve Yapılarının Madencilik Dışı Amaçlarla Kullanımı" Maden Dergisi, Temmuz, Sayfa.26-27, İstanbul

Winqvist T. ve Mellgren K., 1988; "Underground Structures", Swedish Academy of Sciences, Stockholm, İsveç

