

PETROL VE DOĞALGAZIN YERALTINDA DEPOLANMASI

Doç. Dr. Mustafa SUNU,
Meslek Y. Okulu, 80670 Maslak
Yıldız Teknik Üniversitesi,
İSTANBUL

ÖZET

İnsanlığın en önemli ve vazgeçilmez ihtiyaçlarından birisi enerjidir. Kişi başına düşen enerji tüketimi günümüzde gelişmişliğin en önemli ölçütlerinden birisidir. Petrol ve doğal gaz gerek tüketim miktarları ve stoklanabilmesi, gerekse ülkemizin bunların ithalatına ayırdığı pay açısından oldukça önemlidir. Özellikle petrol ve doğal gaz ülkelerin ekonomik göstergelerini etkilemekte ve fiyatlarındaki artışlar enflasyon, kalkınma hızı, istihdam vb birçok konuda kendini hissettirmektedir.

Bu gerçekler ışığında petrol ve doğal gazın büyük miktarlarda depolanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu yakıtların yıllık tüketiminin en az yarısı stratejik rezerv olarak stoklanmaktadır. Bu rezervler bazı gelişmiş ülkelerde yıllık tüketimin katları düzeyinde olabilmektedir. Bu ülkeler dünyada oluşan petrol ve doğal gazın fiyat artışlarından ve bunlara bağlı krizlerden en az düzeyde etkilenmektedirler.

İskandinavya'da 1950'li yıllardan bu yana büyük miktarlarda petrol ürünleri yeraltında saklanmaktadır. İlk önceleri askeri ve stratejik amaçlarla depolanan petrol, daha sonraları ekonomik nedenlerle büyük hacimli yeraltı boşluklarında saklanmaya başlanmıştır. Yeni teknikler maliyetleri büyük ölçüde ucuzlatmış olup ve son yıllarda 1.5-2 milyon m³/yıl kapasiteli ek depolar inşa edilmektedir.

Yeraltı petrol ve doğal gaz depolarının özellikle gelişmiş ülkelerde hızla artmasında birçok avantajlarının olması belirleyici olmuştur. Bu bildiride konunun Türkiye için önemi belirtilmekte ve gelişmiş ülkelerde bulunan çeşitli yeraltı petrol ve doğal gaz depolarının yapım tekniklerinden bahsedilmektedir.

1. AMAÇ

Birçok gelişmiş ülkede petrol ve doğalgaz stratejik ve ekonomik amaçlarla yeraltı boşlukları ve depolarında saklanmaktadır. Ülkemizde sanayi, ulaşım ve ısınma amaçlı kullanımın artışına paralel olarak petrol ve doğalgaz kullanımı da artmaktadır. Ülke çapında petrol ve doğalgaz depolanması için yeraltının kullanılması bu hammaddelerin temininde herhangi bir problem yaşandığında ülkenin etkilenmemesini veya minimum düzeyde etkilenmesini sağlayacaktır.

Günlük basından da kolayca takip edilebileceği üzere enerji kısıntı ve kesintileri Türk ekonomisini olumsuz şekilde etkilemekte ve ülkenin rekabet gücünü azaltmaktadır (www.hurriyet.milliyet.zaman.com). Hatırlanacağı üzere 1994 yılı başlarında Ukrayna ve Rusya arasındaki doğalgaz bedelini ödeme konusunda çıkan bir anlaşmazlık sonucu özellikle Trakya bölgesinde doğalgaza bağımlı sanayi kuruluşları uzun süre enerjisiz kalmış ve ülkemizde doğalgazın depolanması gerektiği ancak o gün anlaşılmıştır. Ülkemizde sık sık ortaya çıkan doğalgaz kesintilerinden bir diğeri ise, 10 Kasım 1999 tarihinde doğal gaz basıncının düşmesi ile tüm Türkiye'de hissedilen problem; Cezayir'den gelen doğalgaz yüklü bir geminin hava muhalefeti ve çapa arızası nedeniyle Marmara Ereğli'sindeki terminale

yanaşamaması sonucu ortaya çıkmıştır. Sanayiciler doğalgaz kesintilerinin neden olduğu üretim kaybını % 10-20 düzeyinde olduğunu ifade etmektedirler.

Dünyada birçok ölkede gibi Türkiye'de yeraltı yapılarından faydalanılması için gerekli jeolojik koşullara sahiptir. Dünya'nın birçok gelişmiş ölkesinde bulunmasına rağmen, Türkiye'de şu anda mevcut olmayan yeraltı petrol ve doğalgaz depolarının inşası ile ölkemiz hem enerji ulusal enerji temininde daha güvenli konumda olacak hem de ekonomisi, sanayisi ve savunması olumsuz yönde etkilenmeyecektir.

2. ARTAN NÜFUS, GELİŐEN EKONOMİ VE KISITLI KAYNAKLAR

Dünya nüfusu gibi Türkiye nüfusu da giderek artmaktadır. Sanayi, enerji, savunma, inşaat ve ulaştırma sektörleri çağdaş yaşamda daha da 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 dahil olmak üzere birçok kavimde görölmüştür (Sunu, 1994).

Bilindiği gibi Türkiye coğrafi ve politik bakımdan oldukça istikrarsız bir bölgede bulunmaktadır. Yüzyıllardan bu yana sürekli olarak en az bir, iki ve hatta daha fazla sayıda komşumuz birbirleri ve diğerleri ile gerginlik ve savaş halindedirler. Yakın bir gelecekte bu durumun değişmesi için çok fazla bir sebep gözükmemektedir. Diğer taraftan Ortadoğu'da artarak devam eden kargaşa ile bölgesel ihtilafların daha da artacağını düşünölebilir. Gelişmiş ölkelerin yıllardan bu yana uyguladığı tekniklerin ölkemizde de uygulanmaya başlaması ile Türkiye bu konuda kendisini stratejik ve ekonomik açıdan daha güvenli hissedecektir.

3. DÜNYA'DA YERALTINDA PETROL VE DOĞALGAZ STOKLANMASI

Birçok gelişmiş ülke bu konuda önemli stok ve rezervlere sahiptir. Dünya'nın en büyük ekonomik gücü olan ABD'nin yıllık doğalgaz tüketimi 23-24 trilyon feet³ (yaklaşık 675 milyar m³) olup yeraltı depolarında mevsimlere göre 6-7 trilyon feet³ (170-200 milyar m³) düzeyinde stokları bulunmaktadır. Bu oran yıllık tüketimin %30 una eşdeğer bir miktardır (US Department of Energy, 2001)

ABD'de yukarıda belirtilen yeraltı stoklarına ilaveten Ulusal Acil Paylaşım Planı (National Emergency Sharing Organisation - NESO) ve Üretime Hazır Stratejik Petrol Rezervleri (SPR) programı uyarınca beklentilen rezervler dahil değildir.

Macaristan'da doğalgaz ve petrol stokları Dünya Enerji Ajansı'na saptanan 90 günlük kritik limitin çok üzerindedir. (Ortalama 130-140 gün). Avusturya'da yeraltı doğalgaz stokları 2.7 milyar m³ olup bu ülkenin 4 aylık tüketimine eşittir. Yıllık tüketimi 1.2 milyar m³ olan Baltık ülkelerinden Latviya'nın Inchukaln yeraltı depolarının toplam hacmi 4.05 milyar m³'tür. Latviya Jeoloji Kurumu ülkenin 5 farklı bölgesinde tahmini depolama hacmi toplam olarak 50 milyar m³ e ulaşabilecek alanlar saptamıştır (EIA, 2001)

Fransa, İtalya, Almanya, İspanya, İngiltere, Belçika ve Hollanda'nın yıllık doğalgaz tüketimleri ve yeraltındaki mevcut stok miktarları Tablo 1'te verilmektedir (EIA,2001).

Tablo 1. Çeşitli Avrupa ülkelerinin yıllık doğalgaz tüketimleri ve yeraltı stok miktarları

Ülke	Tüketim (milyar m ³)	Yer altı Depo	
		Kapasitesi (milyar m ³)	Oran (%)
Fransa	34	10.5	31
İtalya	51	12.9	25
B. Almanya	70	8.5	12
İspanya	7	0.5	7
İngiltere	66	3.6	5
Belçika	12	0.5	4
Hollanda	48	0.0	0

İsveç, Norveç ve Finlandiya'da ise 1990 yılı itibarıyla 200 ün üzerinde ham ve işlenmiş petrol ile doğalgaz depolanan yeraltı mekanları bulunmaktadır. Bu 3 ülkenin birkaç yıldan fazla yetecek miktarda petrol ve doğalgaz stokları mevcuttur. Hali hazırda İskandinavya'da her yıl 1.5-2 milyon m³ hacminde yeni yeraltı depoları inşa edilmektedir.

4. TÜRKİYE'DE PETROL VE DOĞALGAZ TÜKETİM VE STOKLARI

1997 yılı rakamlarına göre, Türkiye'nin enerji talebinin 71.4 milyon ton petrol eşdeğeri (p.e.), üretiminin ise 27.7 milyon ton p.e. olduğu görülmektedir. Bu

durumda talebin üretimle karşılanma oranı yaklaşık % 39 olmaktadır. Diğer bir deyişle Türkiye'nin enerji ihtiyacının % 61 i ithal edilmektedir. Enerji talebindeki artışın, üretim artışından fazla olması nedeniyle, talebin üretimle karşılanma oranı düşmekte ve dışa bağımlılık artmaktadır. 1980, 1985 ve 1990 yıllarında talebin yerli üretimle karşılanma oranları sırasıyla % 54, % 55 ve % 48 idi. Birincil enerji tüketiminde en yüksek payı alan petrolde, artan talebe bağlı olarak dış kaynaklara bağımlılığın artacak olmasından dolayı enerji güvenliliğinin, kaynakların çeşitlendirilmesinin ve makul düzeylerde stoklanması gerekmektedir.

Tablo 2. Türkiye'nin hampetrol ithalat miktarları (DPT, 2000)

Miktar (milyon ton)				Tutar (milyar ABD Dolar)			
YILLAR				YILLAR			
1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998
23.5	23.4	23.1	24.0	2.8	3.4	3.1	2.0

Türkiye'nin ham petrol ithalatının miktar ve değerlerine bakıldığında 1995 - 1998 yıllarında ithal edilen miktarların hemen hemen değişmemesine rağmen, ithalat tutarlarının aynı yıllarda piyasa fiyatlarındaki düşüş ve artışlara bağlı olarak 2 ila 3.4 milyar ABD doları arasında seyrettiği görülmektedir. Dolayısıyla bu farklardan dolayı ülkemiz aynı miktar petrole 1.4 milyar ABD dolarını aşan miktarlarda fazla ödeme yapmaktadır. Bu gerçek ülkemizde büyük çaplı yeraltı depoları mevcut olmadığı için fiyat artışlarından nasıl olumsuz etkilendiğimizi göstermektedir.

Türkiye'de 31 Aralık 1998 tarihi itibarıyla petrolün % 84 ü rafineri tanklarında, % 16 sı ise petrol istasyonlarında bulunmaktadır. Tüketim değerleri dikkate alındığında, ürün, hampetrol ve ara ürün stoklarının tamamı ancak 40 günlük ihtiyacı karşılayabilecektir. Bu oran Uluslararası Enerji Ajansının belirlediği 90

günlük stok tutma seviyesinin % 45 ine eşdeğerdir. Ülkemizde hızla artan doğalgaz kullanımının 1999 yılında 13 milyar m³'ten 2010 yılında 55, 2020 yılında ise 83 milyar m³'e çıkacağı tahmin edilmektedir.(Tablo 3) Doğalgazın şu andaki stokları tüketim değerleri gözönüne alındığında ihmal edilebilecek miktarlardadır.

Tablo 3. Türkiye'nin Yıllara Göre Doğalgaz Talebi (Botaş, 2000)

<u>Yıllar</u>	<u>Miktar (Milyon m³)</u>
1999	13.087
2000	15.383
2001	26.088
2002	37.060
2003	40.513
2004	43.530
2005	46.380
2006	46.930
2007	47.735
2008	49.700
2009	52.425
2010	55.150
2015	67.430
2020	82.750

5. YERALTINDA DEPOLAMA KONUSUNDA DÜNYA'DAKİ DURUM

İskandinavya'da mağaralarda petrol ürünleri depolama düşüncesi ilk olarak 1930'lu yıllarda askeri makamların isteği üzerine akaryakıt ürünlerini güvenli bir şekilde saklama gereksinimi sonucu gündeme geldi. Dr.T. Hagerman tarafından İsveç'te ortaya atılan ilk düşünce yeraltı boşluklarına çelik tanklar yerleştirip saklamaktı. Dr.Herman Jansson tarafından patenti alınan ve günümüzde de geçerli olan yenilik ise suyun bir yalıtım ortamı olarak kullanılarak petrolün saklanmasıdır. İsveç'te 1950'li yıllardan bu yana büyük miktarlarda petrol yeraltında saklanagelmektedir. İlk önceleri yalnızca askeri nedenlerle depolanan petrol daha sonra bu konudaki tekniklerin gelişmesine paralel olarak yeraltı yapı maliyetlerinin düşüşü ile büyük hacimli boşluklarda saklanmaya başlanmıştır. Yeni teknikler maliyetleri büyük oranda ucuzlatmış ve 1990'lı yıllardan itibaren 1.5-2 milyon m³/yıl hacimli ek depolar inşa edilmeye başlanmıştır.

Petrolün yeraltında çıplak kayada (çeperleri astarsız) saklanması nereden 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 kaçışı olmaz, fakat dışarıdan kayadaki çatlaklardan bir miktar su geliri vardır. Gelen su depo tabanında toplanır ve bir pompa yardımıyla dışarı atılır.

İskandinavya'dan bu konuda verilebilecek bir örnek Scanraff Rafineri yakınlarındaki Brofjorden ham petrol depolarıdır. Bu depolar İsveç'in batı sahilinde olup ham ve işlenmiş petrol ürünleri yer altında stoklanmaktadır. Bu İsveç'in tek başına en büyük hacimli yeraltı deposudur (2.6 milyon m³). Yeraltı depo kesiti 600 m² ve uzunluğu 4330 metredir (Royal Swedish Academy of Sciences, 1988). Bu konuda bir başka örnek ise Stockholm'un 55 km güneyinde bulunan Nynashamn rafinerisinde 1980 yılında inşa edilen 940.000 m³ hacmindeki yer altı kaya yapısı içerisinde bulunan ham petrol depolarıdır. Bu depoların yapımından önce Nynashamn'da yeraltındaki kayalarda petrol depolama ilk olarak 1941 yılında başlamıştır.

6. YERALTI DEPOLAMA TEKNİKLERİ

6.1. YER ALTI BOŞLIK VE MAĞARALARININ DEPO OLARAK KULLANILMASI

Bu yöntemde depolama işlemi için özel olarak açılan yeraltı depoları yatay veya eğimli olan galerilerden oluşur. Yeraltı kazı işlemi için makina ile kazı veya delme-patlatma gibi konvansiyonel yöntemler kullanılır. Kayaç basınç dayanımı yeterli düzeyde olmalıdır. Bu tip depolarda petrolü kayaç içinde tutan kayaç değil sudur, dolayısıyla burada önemli olan depo hacmi ve kesitinden ziyade yeraltı su seviyesinin altında bulunmasıdır.

6.2. BOŞALTILMIŞ TUZ DOMLARININ KULLANILMASI

Tuz yeraltında kalın tabakalar yada domlar halinde bulunur. Suda kolayca çözüldüğünden dev boyutlarda depolar açmak kolaydır. Su yeraltına açılan sondalar vasıtasıyla kontrollü bir şekilde tuzun bulunduğu tabakaya pompalanır, daha sonra aynı delikten dışarıya deşarj edilir. Bu şekilde oldukça iyi konumda boşluklar yaratılabilir. Açılan boşluklar yüzlerce metre yükseklik ve onlarca metre çaplara ulaşabilir. Hacimleri milyon m³ ve katlarında olabilir. Bu tip depolar özellikle doğalgaz depolamada dünya üzerinde en sık kullanılan depolardır.

Bu şekildeki depolama tuz domlarının bilim adamlarınca araştırılmaları esnasında, tuz tabakaları arasında bir takım gazların sıkışıp tabakalar arasından geçemediğinin gözlenmesiyle ortaya çıkmıştır. Domlardan elde edilen tuzlar hiç bir zaman saf olmayıp içinde birtakım gazları içerdikleri belirlenmiştir. Bu gazların büyük bir miktarını hidrokarbonlar oluşturmaktadırlar. Bu veriler tuz domlarında açılan boşluklarda doğalgaz depolanabileceğinin ilk işaretlerini vermiştir. Domlarda kristal halde bulunan tuzun geçirgenliğinin çok düşük olması herhangi bir iksa yöntemini gereksiz kılmaktadır.

Bu teknik en ekonomik depolama biçimi olarak göze çarpmaktadır. Bu yüzden oldukça geniş uygulama alanı bulmaktadır. Depoların açılması için eritilen

tuzlar sanayide ve rafine edildikten sonra sofr tuzu olarak kullanılabildiğinden maliyet oldukça aşağılara çekilebilmektedir.

6.3. AKİFERLERDE DOĞALGAZ DEPOLAMA

Burada boşluğu çevreleyen ortam poroz ve permeabildir. Bu yöntem, yalnızca gazlar için geçerli olup, yeraltına su rezervuarının depo olarak kullanılmasını öngörmektedir. Rezervuar yapıları antiklinal tabakalanmalardan oluşmaktadır. Yerin antiklinal yapısından dolayı her iki yönde suyun yaptığı basınç yüksek değerlere çıkmakta olup buda gazların depolanması fikrini doğurmuştur. Doğalgazın akiferlerde depolanabilmesi için:-

1- Akiferin üst kısmındaki kayaçların geçirgen olmaması veya çok az geçirgen olması gerekir. Bu şekilde gazın yukarı migrasyonu önlenir.

2 - Depolamanın yapılacağı yerde antiklinalleşme olmalıdır.

3 - Gaz taşıyıcı sistemle depo arasında yeterli basıncın yaratılabilmesi için rezervuarın 500 ila 2000 metre derinlikte olması gerekir.

Bu tipteki yeraltı depolaması için tükenmiş petrol ve doğal gaz sahaları da kullanılabilmektedir. Bu prensip dünya üzerinde çok uygulanan yöntemlerden birisidir. Trakya ve Marmara denizinin altındaki doğalgaz rezervlerinin bitmesini takiben depo olarak kullanılması planlanmaktadır. Bu iki rezervuarda toplam 1.6 milyar m³ doğalgaz depolanması mümkün olacağı hesaplanmaktadır.

6.4. BİTMİŞ MADENLERİN DEPO OLARAK KULLANILMASI

Rezervleri üretilmiş ve halihazırda kullanılmayan yeraltında maden galeri ve boşlukları petrol ve gaz depolanması için en ideal yapılardır. Bu durumda yeraltı boşluk açılması gerekmemektedir ve maliyetler oldukça düşüktür. Ancak eski madenlerin depo amacıyla kullanılması için gerekli teknik, jeolojik ve çevresel şartların incelenmesi gerekmektedir.

Bu nedenle bazı rehabilitasyon çalışmalarının yapılması gerekebilir. Bu çalışmalar sağlam olmayan yerlerin iksası ve yeraltı su seviyesinin su pompalanarak artırılması olabilir. Kullanılabilir yeraltı boşluğu boyunca yeraltı suyu basıncının belirli bir değerin altına inmemesi gerektiğinden derin madenler bu amaç için daha uygundur. Bu yöntem son zamanlarda çok sık kullanılmaktadır.

7. YERALTI YAPILARININ YERÜSTÜ YAPILARINA GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ

7.1 DEPREME KARŞI AVANTAJLARI

Yeraltı yapıları deprem hareketlerine karşı yerüstü yapılarına kıyasla doğasından kaynaklanan bazı avantajlara sahiptir (Sterlin, R ve Ca mody, J, 1993):-

1 - Yerüstündeki deprem sonucu oluşan yer hareketleri ve titreşimleri yüzey dalgalarının varlığı nedeniyle artma eğilimindedirler.

2 - Yeraltı yapıları önemli miktarda kaya yükünü karşılayacak şekilde güvenlik faktörleri ile inşa edildiğinden deprem yükleri bu yapılar ta olağanüstü yük artışlarına sebep olmazlar.

3 - Yeraltı yapıları deprem hareketleri sonucunda sıkışma eğilimindedir, halbuki aynı durum yerüstü yapıları için geçerli olmayıp bunlarda yapıs al osilasyon

etkileri sonucu titreşimlerin artışı söz konusudur.

Deprem, yeraltı yapılarının fay hatlarında inşa edilmeleri durumunda hasara neden olabilirler. Bu durumda inşaatın bloklu kaya kütlelerinde yapılması durumunda özel önem gösterilmelidir. Bununla birlikte, dünyanın çeşitli yerlerinde bulunan değişik amaçlı yeraltı yapılarının (metrolar, tüneller, yeraltı alışveriş merkezleri vs.) meydana gelen şiddetli depremler sonucundaki durumları mükemmel olarak kaydedilmiştir. Örneğin Japonya'nın Kobe kentinde 17 Ocak 1995 tarihinde vuku bulan ve 6.300 kişinin ölümüyle sonuçlanan Hanshin depreminde yeraltı yapıları yerüstü yapılarının aksine çok iyi performans göstermişlerdir (N. Land Policy Institute of Japan, 1997)

7.2 OLUMSUZ HAVA KOŞULLARINA KARŞI AVANTAJLARI

Yeraltı yapıları fırtına, tayfun, hortum, şimşek, dolu, sel vb doğal afetlerden doğaları gereği etkilenmezler. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta bunların yerüstü bağlantılarıdır. Bu yapılarda çok özel durumlarda yeraltı su seviyesi düşüşlerine karşı önlemler alınmalıdır.

7.3 YANGINLARA KARŞI AVANTAJLARI

Yeraltı yapıları yangına sebep olabilecek dış kaynaklara karşı doğal bir korumaya sahiptir. Zemin ve kaya yapısı yanmaz özellikte olup aynı zamanda mükemmel bir ısı izolasyonu sağlar. Burada da yeraltı yapılarının giriş çıkış terminallerinin olduğu noktalara dikkat edilmelidir.

7.4 TERMAL AVANTAJLARI

Dünyanın birçok bölgesinde yeryüzünden itibaren 500 metreden daha az derinlikteki yeraltı boşluklarında gözlenen sıcaklıklar yerüstünde görülen büyük

mevsimsel sıcaklık farklarına karşı makul düzeydedir. Yeraltı yapıları bu özelliği nedeniyle enerji depolanmasında önemli avantajlara sahiptir. Örneğin ABD’de Minneapolis kentinde yapılan bir araştırma yerüstü sıcaklıklarının yaz aylarında maksimum + 40 C , kış aylarında ise minimum – 30 C ye ulaşmasına rağmen (70 C fark), yeraltında ısı değerlerinin (yüzeyden 0.8 m ile 8 m arasındaki derinliklerde) 0 C ile 15 C arasında değiştiğini göstermektedir (Sterling R ve Carmody J, 1993)

7.5 MEKAN AVANTAJI

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

7.6. PATLAMA, İNFİLAK, SABOTAJ VB OLAYLARA KARŞI AVANTAJLARI

Yeraltı yapıları çeşitli sebeplerle yakınında oluşabilecek infilak, patlama vb olumsuzluklara karşı, yerüstü yapılarına göre kıyaslanamayacak üstünlüklere sahiptirler.

7.7. İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK AVANTAJLARI

Yeraltı yapıları çeşitli nedenlerle oluşabilecek iş kazalarına karşı daha güvenlidirler. Yeraltına giriş ve çıkışların genellikle çok az noktadan olması ve mekanın kısıtlılığı nedeniyle güvenlikleri üst düzeydedir. Ayrıca yeraltı depolarının yerüstü depolarına göre sigorta primleri az (risklerinin az oluşundan dolayı), işletme ve bakım/onarım giderleri düşüktür.

8. YERALTINDA DEPOLAMA KONUSUNDA TÜRKİYE'DEKİ DURUM

Tuz Gölü Yeraltı Depolama Projesi'nin (TYDP) Botaş tarafından Aksaray ili, Merkez ilçeye bağlı Sultanhanı Bucağının 15 km güneyinde gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Önerilen TYDP kapsamında doğalgaz depolanacak olup bu Türkiye'de uygulanacak ilk proje olacaktır. Projenin sismik, sondaj, fizibilite, mühendislik, tasarım ve ÇED çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Adı geçen projede, Bezirci Gölü Mevkisinde yeraltı tuz domlarından yararlanılacaktır. Ülke çapında kullanım fazlası doğal gaz, Kayseri-Konya-Seydişehir doğalgaz boru hattı üzerinden tuz domlarında yaratılacak boşluklarda depolanacak ve gerekli olması halinde ise boşluklardan çekilerek kullanıma sunulacaktır. Bu tuz domları yeryüzünün yaklaşık 700 ila 1300 m altında bulunmakta olup, kalınlıkları 700 ila 800 m arasında değişmektedir. Proje çerçevesinde, 10 yıl boyunca tuz domlarının eritilerek (leaching) her birinin hacmi yaklaşık 500.000 m³ olan toplam 10 adet boşluğun elde edilmesi ve bu boşluklarda toplam 1.2 milyar m³ doğal gazın depolanması planlanmaktadır.

Yeraltındaki tuz domlarının eritilmesi amacıyla tatlı su kullanılacak olup, su ihtiyacı bölgedeki yeraltı su rezervlerinden sağlanacaktır. Bu işlem sonrasında oluşan tuzlu suyun ise Tuz veya Bezirci Gölüne deşarj edilmesi planlanmaktadır. Proje kapsamında, iki yeraltı boşluğunun açılması aynı anda yürütülecek olup, bu işlem için gerekli olan süre iki yıldır. Dolayısıyla yaklaşık 10 adet olması planlanan depoların tümünün açılması için gereken süre yaklaşık 10 yıl olacaktır. Projenin amacı Botaş tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:-

1. Doğalgazın yeraltında depolanması konusu Türkiye'de uygulanacak ilk proje olması dolayısıyla, gelecekteki uygulamalar için örnek teşkil etmek,
2. Yaz aylarındaki talep düşüklüğünden kaynaklanan fazla doğalgazı depolamak ve bunu kış aylarında talebin arttığı dönemlerde ulusal şebekeye tekrar beslemek,

3. Yabancı ülkelerden nakledilen doğalgazın depolanarak, ülke için bir rezerv oluşmasını sağlamak,

4 - Ulusal elektrik ve ısınma kaynaklarındaki istikrara katkıda bulunmak,

5 - Ülkede sayıları hızla artan sanayi tesislerine sağlıklı ve kesintisiz enerji sağlamak.

Türkiye'de bu ilk örnek olacak yeraltı doğalgaz depolanmasının dışında sivil amaçlı petrol veya ürünleri depoları bulunmamaktadır.

9. SONUÇLAR

Gelişmiş birçok ülkede yeraltı değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Böylece toplumun yaşam kalitesine, daha güvenli ve temiz bir çevrenin oluşmasına katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'de gerek altyapı ve sanayi tesislerinin gerekse yerleşim yerleri ve tüm diğer faaliyetlerin yerüstünde olması yaşamı olumsuz yönde etkilemekte, birçok tesisi ise sivil, askeri ve ekonomik anlamda savunmasız kılmaktadır.

Türk müteahhitlik firmalarının yurtiçi ve dışında kazandığı deneyimler sonucu bu gibi altyapı sistemlerinin kolayca inşa edilebileceğini ve ülkemizin bu alanda daha çağdaş tesislere en kısa zamanda kavuşmasını diliyoruz.

KAYNAKLAR

1. Çeşitli Gazetelerin İnternet Siteleri (www.hurriyet.com.tr, [milliyet.com.tr](http://www.milliyet.com.tr), [zaman.com.tr](http://www.zaman.com.tr))
2. Sunu, Mustafa, "Yeraltının Altyapı, Savunma, Endüstri gibi Madencilik Dışı Amaçlarla Kullanımı", Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 1994, sayfa 372-389, Trabzon
3. US Department of Energy, "US Oil and gas Infrastructure Strategic Roadmap" 2001, www.eia.doe.gov/, sayfa 74-83, ABD
4. Uluslararası Enerji Ajansı, EIA, 2000, www.eia.org
5. Devlet Planlama Teşkilatı, "Petrol Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu", VIII. Beş Yıllık Plan ÖİK, 2000, 117 sayfa, Ankara
6. Botaş A.Ş. " Tuz Gölü Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi" 2000, 110 sayfa, Ankara
7. Royal Swedish Academy of Sciences, "Going Underground" 1988, 180 sayfa, Stockholm, İsveç
8. Sterling, R. ve Carmody, J., "Underground Space Design" 1993, 327 sayfa, V.N. Reinhold, New York
9. National Land Policy Institute, "Underground Space Use in Japan", 1997, 120 sayfa, Tokyo, Japonya

ABSTRACT

Since the very earliest days of civilisation, humans has sought shelter, security and comfort by using underground structures. Underground space offers a stable and safe place for many types of human, industrial and infrastructural activities. Large scale storage of oil and petroleum products in inlined rock caverns began in Scandinavia in the 1950s, although underground storage had been used before, for strategic reasons. However, new techniques resulting in drastic cost reduction. Since 1970s, these structures mainly in developed countries are constructed for strategic and economic reasons. The main benefits of underground structures are resistance and good protection to conditions such as thermal, severe weather, fire, explosion hazards,vibration, noise, industrial accidents and most of all excellent resistance to earthquakes.

The main purpose of this paper is to underline the fundamentals and promote these engineering techniques which is not well known in Turkey.