

## YERALTINDA DOĞAL GAZ DEPOLAMAYA GENEL BİR BAKIŞ

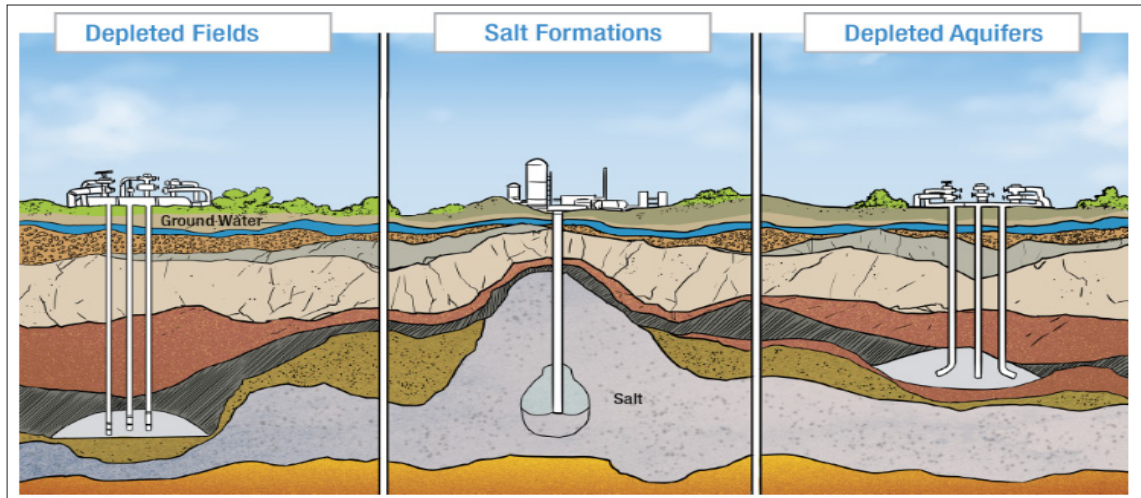
Ayşe GÜNGÖR\*

Ticari olarak ilk kez 1785 yılında kullanılmaya başlanan doğal gaz, bugün gündelik hayatımızın bir parçası olup evde, endüstride ve ticaret alanlarında geniş bir kullanım alanına kavuşmuştur. Artan enerji ihtiyacının karşılanması artık sadece enerjinin aranması, bulunması ve üretilmesiyle sınırlı olmayıp bulunan enerjinin hangi koşullarda daha uzun süre ve güvenli bir şekilde depolanması sorusuna da alternatif cevaplar aranmasına sebep olmuştur. Kanada'da 1915 yılında terk edilmiş bir petrol sahasına kurulan ilk yeraltı doğalgaz depolama tesisiyle, doğalgazın yeraltında depolanıp özellikle kış aylarında artan enerji talebinin karşılanması hedeflenmiştir. Yirminci yüzyılın başlarında ekonomik ve politik düşüncelerle birlikte daha ilginç bir konu haline gelen yeraltında doğal gaz depolama, artan bu enerji arzına katkıda bulunmak için farklı tekniklerle gazın depolama tesislerine enjekte edilmesi fikri geliştirilmiştir.

Her bir yeraltı doğal gaz depolama türü, gözeneklilik, geçirgenlik gibi kendine has fiziksel özelliklere sahip olmasından dolayı farklılık göstermekle beraber kurulum maliyeti gibi ekonomik mevzularda da farklılık göstermektedir. Yeraltı depolama alanları terk edilmiş sahalarda, tuz formasyonları ve akifer sahalarda olmak üzere 3'e ayrılır (Şekil 1).

Yeraltı depolama alanlarından en yaygın olanı terk edilmiş petrol sahaları olmakla beraber tesis kurulumu, kullanım süresi ve gazın basılması-çekilme sayısı göz önüne alındığında tuz yapılarının terk edilmiş sahalara göre daha ekonomik olduğu görülmektedir. Akiferler ise önceleri yeraltı depolama tesisi için uygun görülmüş ve kullanılmış olsa bile gelecekte kurulması planlanan tesis projelerinde artık neredeyse yer almamaktadırlar. Buna akiferlerin fiziksel özelliklerinin yanı sıra kurulacak olan tesisin devamlılığı, güvenilirliği gibi faktörler neden olarak sayılabilir. Yeraltı doğalgaz depolama alanlarının karşılaştırması Şekil 2'de yer almaktadır.

Günümüzde 600'den fazla doğalgaz depolama tesisi bulunmakla beraber bu sayının artırılması için de altyapı çalışmaları süregelmektedir (Cedigaz, 2019). Dünya genelindeki dağılımına bakılınca en fazla yatırımın yapıldığı ülke olan ABD enerjinin depolanması projelerinde lider konumda yer alırken, yıllık bazda 50 milyon metre<sup>3</sup> doğalgaz tüketirken 2.3 milyon metre<sup>3</sup> üretim oranına sahip olan Türkiye ise listede 22. sırada yer almaktadır (Şekil 3). Yapılan araştırmalara göre günlük ortalama 150-170 milyon m<sup>3</sup> doğalgaz tüketilirken bu tüketim kış aylarında 200 milyon metreküpü aşmaktadır. Mevsimsel olarak değişiklik gösteren enerji talebini karşılayabilmek ve mağduriyetlerin yaşanmasının önüne geçmek için ülkemizde yeraltı depolama konusu özellikle 21. yüzyılın başından bu yana üzerinde hassasiyetle



Şekil 1- Yeraltı depolama alanları (Energy Infrastructure).

\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, ANKARA.

	Terkedilmiş petrol/ doğal gaz sahası	Akifer	Tuz yapısı
<b>Çalışma hacmi</b>	Orta	Yüksek	Küçük
<b>Geri çekilme akış hızı</b>	Orta (gözenekliliğe ve geçirgenliliğe bağlı)	Orta (gözenekliliğe ve geçirgenliliğe bağlı)	Yüksek
<b>Gaz basma süresi</b>	150-250 gün	150-250 gün	20-40 gün
<b>Geri çekme süresi</b>	100-150 gün	100-150 gün	10-20 gün
<b>Kurulum süresi</b>	5-8 yıl	10-12 yıl	5-10 gün

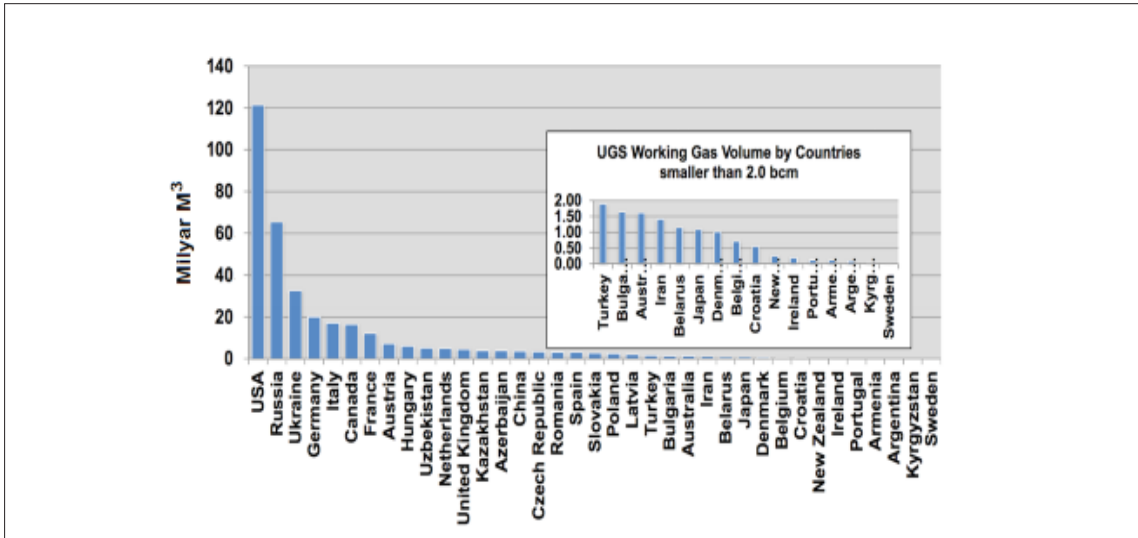
Şekil 2- Yeraltı depolama alanlarının karşılaştırılması (Shodhganga, 2019)

durulan bir konu olup enerji politikalarının şekillendirilmesinde önemli bir role sahiptir (Şener ve Sözen, 2016; Cedigaz, Endam, 2019).

Ülkemizin enerji listelerinde üst sıralara taşınması ve dünya pazarlarında etkili olması adına Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2015-2019 yılları arasında “2015-2019 Stratejik Plan” olarak adlandırılan enerji talebini artırmak için bir proje geliştirmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019). Bu stratejik plan, mevsimsel dalgalanmalarda karşılık gelen enerji talebinin önemini vurgulamaktadır. Türkiye’de bir tanesi Silivri’de, diğeri ise Tuz Gölü bölgesinde olmak üzere yeraltı depolama için iki tesis bulunmaktadır. Silivri ve Tuzgölü’nün yanı sıra yeni bir yeraltı deposu bulmak için yeraltı depolama tesisleri stratejik olarak önem kazanmaktadır. Çünkü doğal gaz yeraltı depolama tesisleri, diğer ülkeler arasında enerji koridoru misyonuna sahip olan ülkemizin ekonomik açıdan dışa bağımlılığını azaltmak için bir avantajdır.

Mevcut yeraltı doğal gaz depolama alanlarından BOTAŞ Silivri Yeraltı Doğal Gaz Depolama Tesisi 2007 yılında terk edilmiş bir petrol sahasına açılmıştır. Marmara bölgesindeki bitmiş hidrokarbon kuyularına taşınan doğal gazın iletim şebekesinden depolanmasını sağlayan bu tesis bugün 2.8 milyar m<sup>3</sup> gaz depolama kapasitesine ulaşmıştır. İkinci yeraltı doğalgaz depolama tesisi ise yine BOTAŞ tarafından Tuz Gölü Yeraltı Doğal Gaz Depolama Tesisi adı altında tuz yapılarında doğal gaz depolamak amacıyla 2018 yılında açılmıştır (Botaş, 2019).

Silivri tesisi, terk edilmiş bir saha olduğu için daha önceden edinilmiş olan potansiyel alan verileri (gravite ve manyetik), sismik yansıma profilleri, kuyu bilgisi gibi veriler bölge hakkında bilinmesi gereken birçok bilgiyi sağlamıştır. Böylece tesis kurulumunda sıfırdan bir çalışma yapılması gerekmezken, Tuzgölü tesisi için ise durum daha farklı olmuştur. Öncelikle yapılması planlanan tuz mağarası için 3 boyutlu bir tuz yapısının modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan



Şekil 3- Doğalgaz depolamada ülkeler sıralaması. (Endam, Enerji Malzemeleri ve Depolama Cihazları Araştırma Merkezi).

bu modelin içine uygun parametre değerleri kullanılarak inşa edilecek olan mağaranın modeli tasarlanmıştır.

Depolama alanı olarak tuzun sınırlarının tespiti potansiyel alan verileriyle değerlendirilip, mevcut 2 boyutlu sismik yansıma verileriyle beraber bu çalışma için dizayn edilmiş 3 boyutlu sismik çalışmanın yorumları da dahil edilerek şekil 4'te görülen 3 boyutlu tuz yapısı ortaya çıkartılmıştır. Tesisin kurulumu planlanan zaman da tamamlanıp geçtiğimiz yıl içerisinde faaliyete geçmiştir (Bağcı ve Öztürk, 2007.)

### **Terkedilmiş petrol /doğalgaz sahaları**

Bir petrol veya doğal gaz sahasının üretimden depoya dönüştürülürken mevcut kuyulardan, toplama sistemlerinden ve boru hattı bağlantılarından yararlanıldığı için terk edilmiş petrol sahaları yer altı depolamada en yaygın kullanıma sahiptir (Şekil 1).

### **Akiferler**

Akiferler, geçirimsiz bir kaya ile örtüldüyse doğal gaz depolaması için uygun olabilir. Akiferler, sadece su içeren rezervuar olduğundan terk edilmiş petrol veya gaz sahalarına sahip olunmadığı durumlarda tercih edilir. Tuz yapılarına ve terk edilmiş sahalara göre daha maliyetlidirler (Şekil 1).

### **Tuz yapıları**

Depolama alanı olarak terk edilmiş petrol ve akifer sahalarına tercih edilen tuz; geçirgen olmayan, düşük yoğunluklu (2.0 ila 2.2 g / cm<sup>3</sup>), düşük mukavemetli, yüksek hızlı (kabaca 5000 m / s) ve olağanüstü sıvı özelliklerinin bir sonucu olarak, çevre oluşum türlerine kıyasla benzersiz fiziksel özelliklere sahiptir. Neredeyse hiç gözenekli olmayan tuz sıkıştırılmaz, viskozitesi yüksek, sıvı tipi bir yapı gibi davranır, böylece mobilize edilebilir. Tuz yüksek basınç ve sıcaklık altında deforme olurken, yukarı doğru hareket etmeyi amaçlar ancak üstündeki tortul tabakalarla sınırlandırılır. Tuzun bu geçirimsiz kompakt hali yeraltında depolama için ideal olduğunun göstergesidir (Şekil 1, Şekil 5).

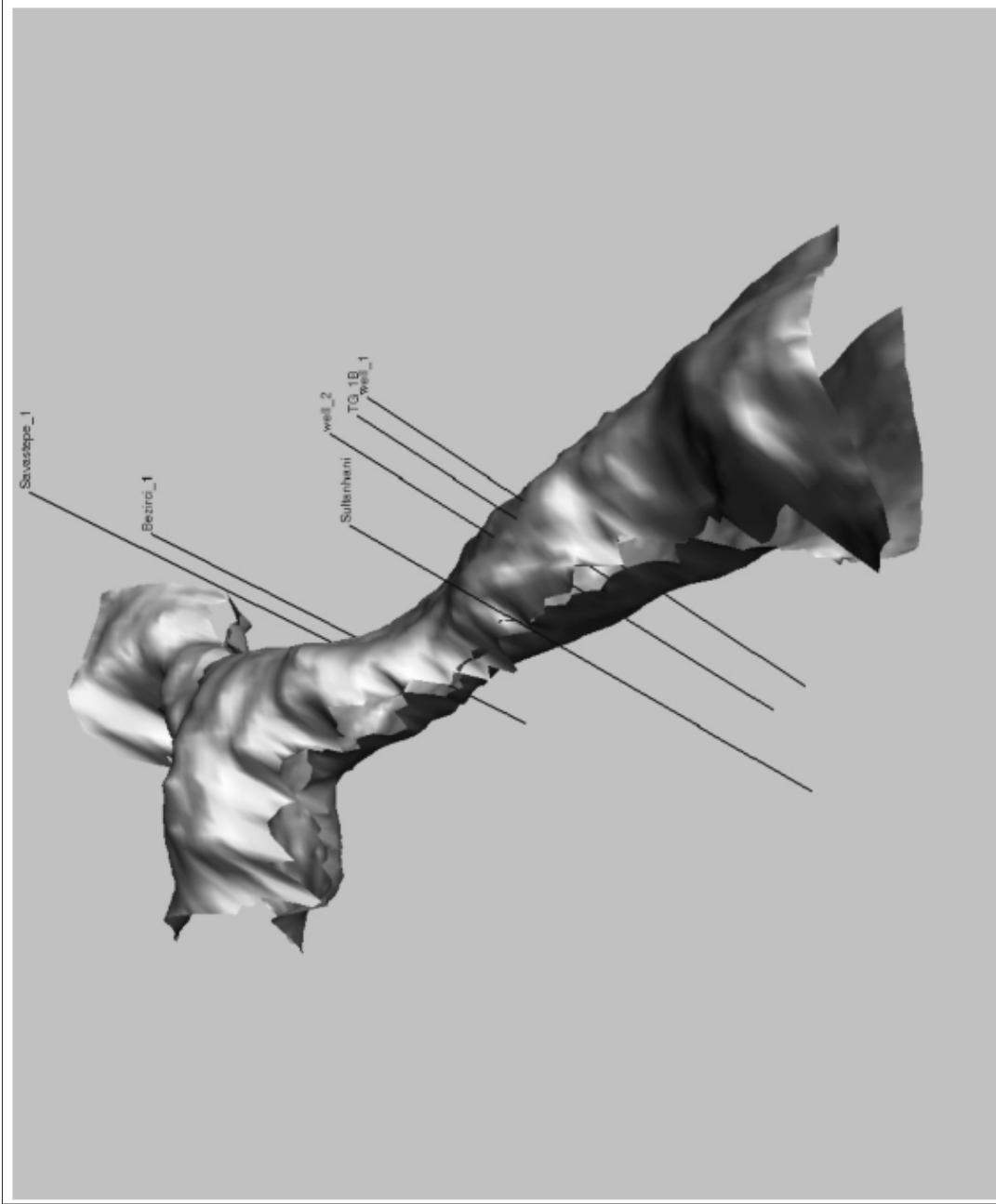
Tuz yapılarının sınıflandırılması, kubbe, antiklinal, diapirik kıvrımlar gibi büyüklük ve

hacim bakımından çeşitli tiplerde olabilir. Tuzun diapirik ve kubbe formu güzel bir stratigrafik kapandır ve ayrıca hidrokarbon endüstrisinde ekonomik açıdan önemli olan hidrokarbon birikintileri için güzel bir depolama alanı sağlar. Tanınmış tuz kubbeleri, Amerika Birleşik Devletleri, Meksika ve Küba'daki Meksika Körfezi havzasında bulunur, ancak diğer tuz yapılarının Orta Doğu, Avrupa ve Rusya'da olduğu bilinir. Tuz mağaraları çözelti madenciliği kullanılarak temiz suyun tuz yapısının içine basılması burada oluşan tuzlu suyun ise dışarı atılması işlemlerinin bir sonucu olarak oluşturulur. Oluşan mağaralara gaz basım ve basılan gazın çekilmesi işlemi sonraki aşamalarıdır (Şekil 6).

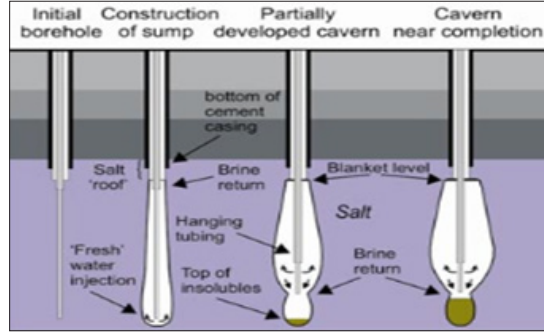
Enerji talebini düzenli ve güvenli bir şekilde sağlamak için 1940'lardan beri depolama alanı olarak değerlendirilen tuz yapıları içlerine açılan mağaralar doğal gaz, sıvı hidrokarbonlar, basınçlı hava, hidrojen, vb. dahil olmak üzere çeşitli hidrokarbon ürünleri için idealdir. Mevcut olan tuz yapısının koşulları değiştirilemez ancak depolama kapasitesini iyileştirmek ve tesisteki gelecekteki olası sorunları azaltmak için, yer seçimi gibi bir tuz mağarasının inşaatının başlangıcında göz önünde bulundurulması gereken depolama tasarımı, rezervuar tasarımı gibi birçok faktör vardır.

### **Sonuç**

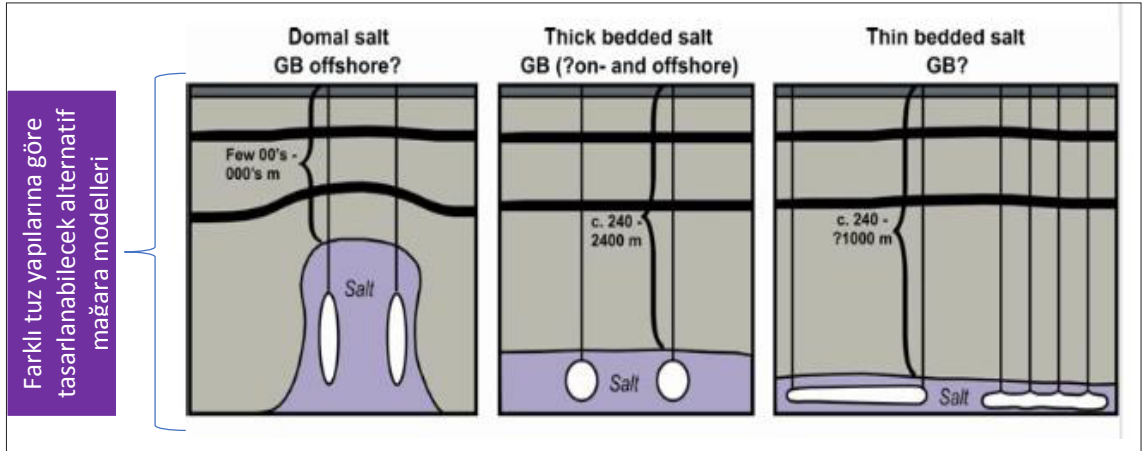
Enerji depolama artan enerji talebini karşılayabilmek için göz ardı edilemeyecek bir gereklilik olup bunu en kısa sürede ve en uzun soluklu karşılayabilecek olan sahaların aranması hızlandırılmalıdır. Terk edilmiş sahaların yerine alternatif tuz yapılarının yerlerinin tespiti geliştirilmekte olan enerji strateji politikalarına muazzam katkı sağlayacaktır. Türkiye'nin Eosen, Oligosen ve Miyosen jeolojik zamanlarında meydana gelen tuz yapılarının varlığı uzun soluklu projeler için ideal olmakla beraber yürütülmekte olan projelerin geliştirilmesi ilerleyen yıllarda mevsimsel değişkenlik gösteren doğal gaz talebinin karşılanmasını sağlamakla beraber herhangi bir mağduriyetin yaşanmasının da önüne geçilmesini sağlayacaktır. Her şeyden önemlisi ülkemizin enerji açısından dünya sıralamasında hak ettiği yere gelmesi için yeraltı depolama alanlarının keşfi, inşası önem arz etmektedir.



Şekil 4- Tuzgözü'nün 3 boyutlu tuz yapısı (Bağcı ve Öztürk, 2007).



Şekil 5- Farklı kalınlıktaki tuz yapılarına göre alternatif mağara modelleri (BGS, 2019).



Şekil 6- Çözelti madenciliği kullanılarak oluşturulan tuz mağarası (BGS, 2019),

## DEĞİNİLEN BELGELER

Baçcı, A. S., Öztürk, E. 2007. Performance prediction of underground gas storage in salt caverns. Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy, 2(2), 155-165. DOI: 10.1080/15567240500402693

BGS (British Geological Survey), <https://www.bgs.ac.uk/research/energy/undergroundGasStorage.html>, 14 Haziran 2019

Botas (Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.), <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/depolama/114> , 14 Haziran 2019.

Cedigaz (The International Gas Information Center on natural gas), <http://www.cedigaz.org/products/underground-gas-storage/underground-gas-storage-database.aspx>, 11 Eylül 2019

EnergyInfrastructure, <https://energyinfrastructure.org/energy-101/natural-gas-storage>, 14 Haziran 2019

Endam, (Enerji Malzemeleri ve Depolama Cihazları Araştırma Merkezi), <https://file.endam.metu.edu.tr/private/EnerjiDepolama%E2%80%93MevcutDurum-2018-2023StratejikPlani.pdf>, 14 Haziran 2019

ETBK (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), [https://sp.enerji.gov.tr/ETKB\\_2015\\_2019\\_Stratejik\\_Plani.pdf](https://sp.enerji.gov.tr/ETKB_2015_2019_Stratejik_Plani.pdf) 14 Haziran 2019

Shodhganga (A reservoir of Indian Theses), [http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/83098/12/12\\_chapter2.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/83098/12/12_chapter2.pdf) , 14 Haziran 2019

Şener, G.M., Sözen, A. 2016. "Doğal Gaz Yeraltı Depolamanın Termodinamik Kritikleri". Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD) 2 / 1 (Mart 2016), 21-39