

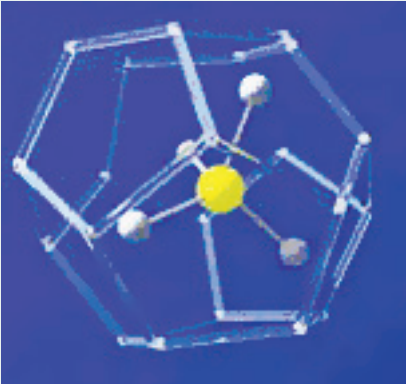
Not Defteri

Vural Altın

Doğal Gaz Ne Kadar Doğal?

Tüketime sunulan haliye doğal gaz, pek de doğal sayılmaz. Çünkü, petrol veya doğal gaz kuyularından çıkan 'ham doğal gaz'ın işlenmesiyle elde edilir. 'Metan' olarak adlandırılması, belki daha doğru olurdu. Çünkü hemen tümüyle metan ile, biraz da ham gazın işlenmesi sırasında uzaklaştırılmayan diğer bazı gazlardan oluşur. Yoğunluğu, 0 °C sıcaklık ve 1 atmosfer basınç altında, bileşimine bağlı olarak 0,7-0,8 kg/m³ arasında değişmekte.

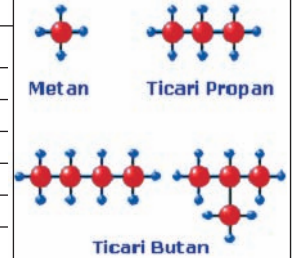
Kuyulardan çıkan ham doğal gaz ise, büyük oranda metandan oluşmakla birlikte; etan, propan ve butan gibi daha ağır hidrokarbonların yanında; su buharı, hidrojen sülfür, karbondioksit ve bazı asal gazlar gibi sızdırlıklarda içerir. Bileşimi ve bazı bileşenlerinin molekül yapısı tabloda görülmüyor. Ağır hidrokarbonlar görece kolay yoğunluklarından, 'doğal gaz sıvıları' (DGS) olarak da anılırlar ve bunları içeren ham doğal gazın 'ıslak' olduğu söylenir. Halbuki iletim kolaylığı ve güvenlik açısından, tüketime sunulacak doğal gazın hemen tümüyle metandan oluşması istenir. Çünkü, yoğunlaşmalar pompalama işlemini güçleştirdiği gibi; örneğin propan ve butan gaz halinde iken havadan ağır oldukla-



Metan Hidrat Molekülü. Kaynak: USGS

rından, bir sızıntı halinde yerde birikerek güvenlik riski doğururlar. Halbuki metanın havadan hafif olması, yükselerek dağılmasıyla sonuçlanır ve havayla, patlama sınırına yakın tehlikeli oranlarda oksijen içeren karışımlar oluşturmasını zorlaştırır. Öte yandan, az miktarda su buharı dahi metanla beraberken sıcaklık düşünce, su molekülleri metan moleküllerini kafesleyerek 'metan hidrat'lar oluşturur. Bu moleküller, katı veya yarı katı halde olup, buz kristaline benzerler ve birikmeleri halinde, pompalama sistemindeki akış profilini olumsuz etkileyerek, donanımın sağlıklı çalışmasını engellerler. Ayrıca, hidrojen sülfür su buharıyla birleştiğinde, sülfürik asit oluşturur. Ki bu, çevresel açıdan sağlıksız, güçlü bir aşındırıcı paslandırıcıdır. Metrekü-

Kuyu çıkışındaki doğal gaz bileşimi			Kaynama noktası, °C
Metan	CH ₄	70-90%	-161,6
Etan	C ₂ H ₆	0-20%	-103,7
Propan	C ₃ H ₈		-42,09
Butan	C ₄ H ₁₀		-0,5
Karbon dioksit	CO ₂	0-8%	-78 (süblimleşme)
Oksijen	O ₂	0-0.2%	-182,95
Nitrojen	N ₂	0-5%	-195,79
Hidrojen sülfür	H ₂ S	0-5%	-60,28
Asal gazlar	A, He, Ne, Xe	Eser mik.	(-185,85), (-268,93), (-246,08), (-108,12)



pü başına 5,9 mg'dan fazla H₂S içeren gazın 'ekşi' olduğu söylenir. Dolayısıyla, kuyudan çıkan ham doğal gazın, metan dışı unsurlarından olabildiğince arındırılması, yani 'kuru' ve 'tatlı' hale konması gerekir. O halde, kuyudan sonraki ilk durağı bir 'işleme tesisi'dir...

Ham doğal gaz üreten üç tip kuyu var. Aslında petrol çıkartılan, fakat bu arada petrolün içinde çözünmüş olarak gaz da çıkaran kuyulara 'bağlı gaz kuyusu' deniyor. Yalnızca doğal gaz üreten kuyulara gelince; bazılarında ağır hidrokarbonların oranı, gaz fazını oluşturan metanın doyma oranından yüksek. Dolayısıyla, bu ürünlerin bir kısmı yoğunlaşmış halde çıkıyor. Bunlar, 'ıslak kuyu'lar. Yüzeyle ulaşan ürünlerin hemen tümünün gaz halinde olduğu kuyulara da, basitçe 'doğal gaz' kuyusu denmekte. Gazın işlenmesine aslında kuyunun ağzında başlanır ve gazla birlikte çıkan sıvı fazdaki su, gazdan burada ayrıştırılır. Ayrıca kuyuların yanında, ürünle birlikte gelen kum ve benzeri katı parçacıkları ayırtan süzgeçler, gazın sıcaklığını metan hidratların oluşumuna imkan vermeyecek yükseklikte tutan ısıtıcılar var. Bazı işlemler kuyunun tipine bağlı. Örneğin bağlı gaz kuyularından çıkan ham gaz petrolden, bazen kuyu başında iken ayrıştırılır ve kısmen civardaki 'enjeksiyon kuyuları'na yönlendirilip, burada yeraltına pompalanarak, komşu 'üretim kuyuları'ndaki petrolün çıkış hızının yükseltilmesine çalışılır. Gazın fazlası işleme tesisine pompalanır.

Tipik bir gaz işleme tesisi, 1-2 cm yarıçapındaki görece ince 'toplama boruları' aracılığıyla 100 kadar kuyuya bağlıdır. İlk işlem, gaz ve sıvı fazları birbirinden ayırmaktır. Bağlı gaz yeraltındaki yüksek basınç nedeniyle petrolede çözünmüş halde olduğundan, düşük basınç gördüğünde, petrolün içinde kendiliğinden yükselir. Dolayısıyla, petrolden ayrıştırılması için, bir tanktan oluşan basit bir ayırıcıdan geçirilmesi yeterlidir. Islak kuyulardan gelen gazın sıvılardan ayrıştırılması için de benzeri bir durum söz konusudur. Tankın altından, sıvı haldeki petrol veya yoğunlaşmış

ağır hidrokarbonlar, üstünden de gaz alınır. Ancak, gazın yeraltındaki basıncının yüksek olması halinde, özellikle hafif petrol üreten bağlı gaz kuyularında veya ıslak doğal gaz kuyularında, sıvı fazdaki çözünmüş gaz oranı yüksektir. Bu durumda, sıvı fazdaki gazın ayrışmasına yardımcı olmak gerekir. Bunun için; girdiyi oluşturan gaz karışımını, basıncını aniden düşürmek suretiyle soğutan 'düşük sıcaklık ayırıcıları' kullanılır. Basıncı düşünce çözünürlüğü azaldığından, sıvı fazdaki gaz ayrışmak zorunda kalır. Gaz fazındaki ağır hidrokarbonlar da bu sırada, sıcaklık düşüşü nedeniyle kısmen yoğunlaşarak sıvı faza geçerler. Bir taşla iki kuş...

İşleme sürecinin bundan sonraki kısmı, farklı tip kuyular için aynı. Ham gazdaki su buharının, ağır hidrokarbonların ve hidrojen sülfürün ayrıştırılması lazım. Su buharını uzaklaştırmak için, iki ana yöntem var; sıvı haldeki bir kurutucu maddenin 'bünyesine emdirmek' ('adsorpsiyon') veya katı bir kurutucunun yüzeyinde tutmak ('adsorpsiyon'). 'Bünyeye emdirmeye' bir örnek, glikolle 'susuzlaştırma' ('dehidrasyon'). Bu yöntemde ıslak gaz bir 'kule'nin üstünden verilip, bir glikol çözeltisinin üzerinden geçiriliyor. Kullanılan çözelti, dietilen glikol (DEG) veya trietilen glikol (TEG). Suya karşı kimyasal çekici olan glikol zerreçikleri, temas yüzeyindeki buhar moleküllerini yakalayıp, doydukça ağırlaşarak çözeltinin dibine çökerken, neminden büyük oranda arındırılmış olan gaz, kulenin altından yoluna devam ediyor. Glikol çözeltisini, neme doymasına fırsat vermeksizin, tekrar tekrar kullanılabilmek lazım. Bunun için, çözeltinin alt tarafındaki neme doymuş kısım peyderpey çekilip alınıyor ve glikolü çözücüden ayrıştırıldıktan sonra, bir kazana yönlendirilip, 100°C'nin üstüne kadar ısıtılıyor. Suyun kaynama noktası 100°C, halbuki dietilen veya trietilen glikolünkü 244-245°C olduğundan, bünyesindeki su buharlaşırken kendisi sıvı halde kalan glikol kurutulmuş oluyor ve tekrar çözelti haline getirilip, kuleye geri gönderiliyor. Son zamanlarda bu sürecin, ka-

Not Defteri

zan öncesine bir işlem daha eklendi. Glikol ham gazdan, su buharıyla birlikte bir miktar metan da çekmekte. Isıtıcıda açığa çıkan bu metan eskiden, kazanın bacasından atmosfere salınırdı. Halbuki metan, hava kirliliğine yol açan bir sera gazı. Dolayısıyla, glikolü kazana göndermeden önce, içerdiği metanın veya diğer ağır hidrokarbonların önemli bir kısmını, ani basınç düşüşüyle genişletip soğutarak glikolden ayırıştırıp yakalamak mümkün. 'Flaş tankı ayırıştırıcısı' denilen bu düzeneğe, glikolü kazana göndermeden önce, içerdiği metanın %90-99'u geri kazanılabiliyor.

Ham gazın nemini almanın ikinci yöntemi, katı kurutuculara dayalı. Yüzeiden emilimi başaran katı kurutucu olarak, 'aktif alümina' veya 'daneli silika jel' malzemesi kullanılmakta. Islak gaz, bu malzemeyle dolu bir kulenin üstünden girip altından çıkıyor ve içerdiği nem, yol boyunca rastladığı kurutucu parçacıkların yüzeylerinde yakalanıyor. Bu sistemde katı kurutucunun, doyumuna yaklaşması halinde neminin alınması görece kolay. Kuleye giden ham gaz akışımı kesip, altından yeterince yüksek sıcaklığa kadar ısıtılmış hava vermek, bunun için yeterli. Ancak, gaz işleme sürecinin bu sırada devam edebilmesi için, kule sayısının iki veya daha fazla olması lazım. Katı kurutucunun, doyumuna yaklaşması halinde neminin alınması görece kolay. Kuleye giden ham gaz akışımı kesip, altından yeterince yüksek sıcaklığa kadar ısıtılmış hava vermek, bunun için yeterli. Ancak, gaz işleme sürecinin bu sırada devam edebilmesi için, kule sayısının iki veya daha fazla olması lazım.

Ham gazdaki ağır hidrokarbonların alınması için, keza iki yöntem var; nem emici bir yağın bünyesine emdirmek veya 'kriyojenik genişleme' süreci. Birinci yöntemde gaz, buharın sıyrılması işleminde olduğu gibi; bir kuleye üstünden verilip, emici bir sıvının üzerinden geçirildikten sonra, alttan alınıyor. Yalnız, emici sıvı olarak, glikol çözeltisi yerine bir yağ kullanılmakta. Nasıl ki glikol suya karşı çekici ise, bu yağ da doğal gaz sıvılarına karşı öyle. Propan, butan, pentan ve diğer ağır hidrokarbonların önemli bir kısmını geçiş sırasında emiyor ve butanların %75'ini, pentan ve daha ağır hidrokarbonların %85-90'ını yakalayabiliyor. Temel seyri bu olan sürecin etkinliğini biraz daha arttırmak da mümkün. 'Soğutulmuş yağa emdirmek' tercihi, yavan yağ önceden bir miktar soğutuluyor. Bu yapıldığında, ham gazdaki etanın %40 kadarı, propanın %90'dan fazlası, daha ağır doğal gaz sıvılarının ise %100'e yakını emilebilmekte. Tabii, emdikçe kalınlaşan yağın doyuma ulaşmaması için, peyderpey çekilip bir kazanda ısıtılması ve emdiği ağır hidrokarbonların geri kazanılmasından sonra kuleye geri döndürülmesi lazım. Kazandaki ısıtma süreci, aslında bir 'kısmi damıtma'. Sözkonusu hidrokarbonlar bu işlem sırasında, ağırlıklarına paralel olarak artan sıcaklıklarda buharlaşarak yağdan ayrılıyor. Aynı ayrı yoğunlaştırılmaları sonucunda elde edilen sıvılar, atık değil ürün...

Örneğin etan ya da 'etilen', başta plastikler olmak üzere, diğer bazı kimyasalların üre-

timinde girdi olarak kullanılmakta. Moleküllerinin birbirine bağlanarak 'polimerleştirilmesi'yle, dünyada en yaygın olarak tüketilen plastik türü olan 'polietilen' üretiliyor. Klorlaştırılmasıyla elde edilen etilendiklorid, başka bir plastik türünün, 'polivinil klorid'in öncülü. Etanın benzenle birleştirilmesi, diğer önemli bir plastik çeşidi olan polistirenin üretiminde kullanılan 'etilenbenzen'i vermektedir. Oksitleştirilmesiyle, etilenoksit, etanol ve polivinil asetat elde ediliyor. Propan ve butan ise, molekül başına daha fazla sayıda karbon içerdiklerinden, mol başına metandan daha yüksek enerji içeriğine sahipler. 'Sıvılaştırılmış petrol gazı' (LPG) olarak bildiğimiz yakıt, yaklaşık yarı yarıya bir oranla, propan ve butanın ticari formlarından oluşmakta. Bu aşamada, doğal gazla LPG arasındaki farkı biraz açıklamakta yarar olabilir...

LPG, petrol kuyularından çıkartılabildiği gibi, ham petrolün ayırıştırma sürecinde de elde edilebiliyor. Elde edilmiş aralığının bağlı olarak, bileşimi doğal gazinkine oranla daha büyük değişiklikler gösterebilmekte. Ancak, piyasalardaki LPG bileşimleri arasında, üretim sürecinden kaynaklanmanın dışında, kasıtlı bir fark yok. Var olan farklılıklar, kullanımda sorun oluşturmuyor. Çünkü ilgili donanım imalat sırasında, olası bileşim aralığının tümü için denenmiş halde. LPG sıvı olarak, litreyle ölçülüp kilogramla satılırken, diğeri gaz halinde m³'le satılmakta. Çünkü propan 42 °C'de, butan 0 °C'de kaynıyor ve birincisi standart koşullar altında zaten sıvı iken, ikincisi de, görece düşük basınçlarda kolayca sıvılaştırılabilir. LPG bu yüzden, kapsamlı boru hatlarının döşenmesine gerek kalmaksızın, sıvı halde, tanker veya gemilerle ekonomik olarak taşınabilmekte. Halbuki doğal gaz, yaklaşık -163 °C'de kaynadığından, genelde sıvılaştırılmak yerine, boru hatlarıyla gaz halinde taşınıyor. Kriyojenik yöntemle sıvılaştırılıp, gemilerle nakli de mümkün. Ki, bu haline 'sıvılaştırılmış doğal gaz' (LNG) deniyor. LPG'nin enerji içeriği, doğal gazinkinden fazla: Aynı koşullar altındaki metreküp gaz başına yaklaşık 2,5 misli. Öte yandan, LPG gaz haline geçtiğinde havadan daha ağır: Doğal gazın özgül ağırlığı havanınkinin yarısı iken, LPG'ninki iki misli. Dolayısıyla, sızıntı olduğu takdirde LPG yerde birikiyor ve 'gaz kaçağı algılayıcıları'nın zemine yakın yerlere konulmasını gerektiriyor. Halbuki doğal gaz karışımı, havadan hafif olup yükseldiğinden, algılayıcıları tavana yakın konumlara yerleştirilmek durumunda. Son olarak, doğal gazın LPG'den daha güvenli olduğu söylenebilir. Çünkü, LPG kadar enerji yoğun olmadığı gibi; doğal gaz dağıtım şebekesinden geliş basıncı, sıvı halde depolanan LPG'ninki kadar yüksek değil. Hem de, LPG'ye oranla daha az paslandırıcı.

Dolayısıyla, doğal gaz sıvıları, birim hacim veya kütle başına, doğal gazın kendisinden daha bile değerli. Ayırıştırılmaları açısından genel kural şu: Yukarıdaki tablodan da görüldüğü üzere, molekül ağırlığı arttıkça, kaynama noktaları yükseliyor ve metandan ayırıştır-

rılmaları kolaylaşıyor. Ayırıştırması en zor olanı, molekül ağırlığı açısından metana en yakın olan etan. Dolayısıyla, ham gazdaki etanın genelde %40 kadarı ayırıştırılıp, kalanı doğal gazın içinde bırakılır. Ancak, ekonomik açıdan değdiği takdirde, daha fazlasının, kriyojenik genişleme yöntemiyle ayırıştırılması mümkün...

Bu yöntemde, ham gazın sıcaklığı anırsız -85 °C'ye kadar düşürülüyor. Bu sırada, içerdiği ağır hidrokarbonların hemen tamamı sıvılaşırken, metan, gaz halinde kalıp ayrışıyor. Sıcaklığı düşürmenin yöntemlerinden biri 'turbo genişleme'. Bu teknikte ham gaz önce, soğutucular kullanılarak bir miktar soğutuluyor. Sonra bir türbine gönderilip, basıncı anırsız düşürülerek genişletildiğinde, türbine karşı yaptığı iş nedeniyle, hızla soğuyor. Kaynama noktası görece çok düşük olan metan gaz halini korurken, ağır hidrokarbonlar sıvılaşmış ayrışıyor. Bunların daha sonra, kısmi damıtmayla kendi aralarında da ayırıştırılması gerekmektedir. Türbinin kazandığı kinetik enerjiyi, kurutulmuş ve bu sırada basıncı düşmüş olan 'yarı işlenmiş gaz'ı tekrar sıkıştırmak için kullanarak enerji tasarrufunda bulunmak mümkün. Kriyojenik genişleme yöntemi, bir önceki yağa emdirmek yönteminden daha etkin. Ham gazdaki etanın %90-95'ini, daha ağır hidrokarbonların ise hemen tamamını ayırıştırabiliyor. Özellikle, etanın yüksek oranla sıyrılması istendiğinde kullanılmakta.

Ham gazın kurutulmasından başka, bir de tatlılaştırılması, yani içeriğindeki hidrojen sülfidin ayırıştırılması gereği var. Tatlılaştırma işleminin ana yöntemi, nemin glikole veya ağır hidrokarbonların sıvı yağa emdirilmesine benzer şekilde. Bir kulenin üstünden verilen gaz, alt taraftaki amin çözeltisinin üzerinden geçiriliyor. Nasıl ki glikol suya karşı çekici ise, amin çözeltisi de gazdaki sülfür bileşenlerine karşı öyle. Kullanılan amin çözeltisi, monoetanolin veya dietanolin. Yönteme 'amin süreci' veya 'Girdler işlemi' de denmekte. Kuleyi terkeden gaz, içerdiği kükürt bileşiklerinin hemen tamamını, çözeltide bırakmış oluyor. Giderek doyan amin bileşenlerinin, emdikleri kükürt bileşiklerinin geri alınmasıyla 'yeniden canlandırılması' lazım. Bu bileşiklerdeki kükürt, ayırıştırılıp element haline getirilirse, satılabilir. Fakat bunun için ek bazı işlemler gerekiyor. Örneğin, kükürtün hidrojen sülfitten element olarak eldesi, 'Claus süreci' denilen bir dizi ısı ve katalitik kimyasal tepkimededen oluşmakta. Bu süreçle, doğal gazın akışından emilen kükürtün %97'sini kazanmak mümkün. Kükürt ciddi bir kirlenici olduğundan ve sağlık riski oluşturduğundan, ek olarak uygulanan filtreleme, yakma ve artık gaz temizleme işlemleriyle, bu oran %98'e kadar çıkartılabiliyor. Ham gazdan hidrojen sülfidi uzaklaştırmanın daha seyrek olarak kullanılan farklı bir yöntemi, demir süngeri gibi katı kurutucular kullanmak. Sünger şeklinin amacı, tepkime yüzeyini arttırmak.

Ham gaz nihayet, doğal gaz dediğimiz bileşime kavuşmuş oldu. Sırada nakli var...