3 Doğal Gaz

Doğal gaz başlıca metan (CH_4) dan veya en basit hidrokarbon zincirinden oluşmaktadır. Renksiz, kokusuz, tatsız ve havadan daha hafiftir. – 107.2°C nin üstündeki herhangi bir sıcaklıkta gaz halinde bulunmaktadır ve 0.6 olan özgül ağırlığı havanın özgül ağırlığından daha azdır. Doğal gazın kalitesi ve bileşimi rezervuara, çıkarıldığı arazi veya oluşumuna bağlı olarak değişmektedir. Doğal gaz üretildiğinde, CO_2, helyum, hidrojen sülfit, nitrojen, su buharı ve aşındırıcı ve toksik olabilen kirleticiler gibi birçok diğer bileşeni içermektedir.

Doğal gazın ticari olarak kullanabilmesinden önce, istenmeyen bileşenlerden arındırmak için bir işleme tabii tutulması gerekmektedir. Fakat, gazın içerdiği bu miktarların bazen çok küçük olduğundan bu arındırma işlemi bütün katkı maddelerini ortadan kaldıramayabilir.

Doğal gazın değeri büyük ölçüde gazın saflığına ve hacim başına düşen karbon atomu sayısına bağlı olan enerji içeriğiyle belirlenmektedir.Yüksek ısıl değere sahip bir doğal gazın örneği Cezayir'in en büyük gaz sahası olan Hassi-R'Mel (yaklaşık 42 000 kJ/m^3) iken, Hollanda'daki Groningen sahası düşük ısıl değere sahip bir sahaya örnektir (yaklaşık 35 000 kJ/m^3).

Eğer doğal gaz atmosferik basınçta -160°C'nin altındaki bir sıcaklığa kadar soğutulursa, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak adlandırılan sıvıya yoğunlaşmaktadır. LNG'nin doğal gaza göre başlıca avantajı hacminin gazınkinden 600 kat daha az olmasıdır. Ayrıca, LNG aynı hacimdeki suyun sadece %45'i ağırlığındadır. LNG'nin hacim ve ağırlık avantajları depolanmasını ve üretim alanlarından tüketim alanlarına taşınmasını mümkün kılmaktadır.

Doğal gaz, saf metanın kolay tutuşabilir, kolayca ve neredeyse tamamen yanabilir olması ve hava kirleticileri dışarı çok az vermesi nedeniyle temiz bir yakıt olarak düşünülmektedir. Ayrıca, doğal gazda kükürt bulunmamaktadır, bu yüzden sülfür dioksit (SO_2) üretilmemektedir. Nitrojen oksit (NO_x) ve CO_2 emisyonları diğer fosil yakıtlarından daha azdır.

4 Bíyoyakıtlar

Yakacak odun

Yakacak odun genellikle kütükler halinde kesilerek kullanımdan önce ayrılan yuvarlak odunlar anlamına gelmektedir. Diğer şekillerdeki yakacak odunlar aşağıda ayrıca ele alınmıştır ve odun talaşı ve odun parçaları içermektedir.

Bütün odunlar, külsüz ve nemsiz olarak ölçüldüğünde yaklaşık %50 oranında karbon, %44 oranında oksijen ve %6 oranında hidrojen içermektedir. Odunda genellikle %1 oranında kül bulunmaktadır ve bu türden türe çok fazla değişmemektedir. Bu yüzden, odunun gerçek ısı değerini karbon ve hidrojen içeriği belirlediğinden, nemsiz olan herhangi bir tip kömürün bir kilogramı yaklaşık olarak aynı miktarda ısı sağlamaktadır.

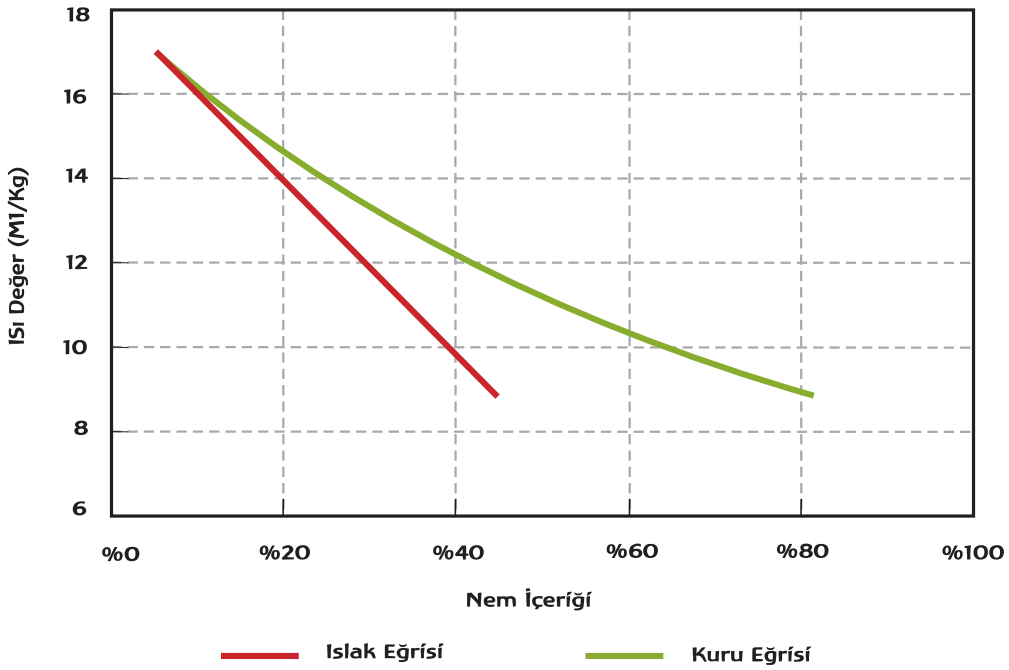
Odunun ısı değeri veya ısıl değeri yaygın olarak üç şekilde ifade edilmektedir.

- A) Kilogram
- B) Katı metreküp
- C)İstif edilmiş metreküp (stere)

B) ve C) odunun yoğunluğu ve paketlemenin yoğunluğu ile A) ya bağlı olduğundan A) daha temel bir ölçü birimidir.

Bir kilogram odunda nem olmasının ısı değerinde iki etkisi bulunmaktadır. Kütleyi bir kilogramda sabit tutarken nem miktarını arttırmak mevcut olan odun liflerinin miktarını ve bu yüzden de ısının kaynağını azaltmaktadır. Ayrıca, su, ateşin ısısını emip taşımakta ve bunun sonucunda kullanım amaçları için olan ısının miktarını azaltmaktadır. Isı değerleri bu yüzden nem miktarından oldukça etkilenmektedir. Yeşil, yeni kesilmiş odun yaklaşık 8.2 MJ/kg'lik bir ısı değerine sahipken, kuru odun (%10 ile %20 arasında nem miktarı) yaklaşık 16 MJ/kg'lik bir ısı değerine sahiptir. Tam olarak kurutulmuş odun (fırında kurutulmuş) yaklaşık 18 MJ/kg'lik ısı değerine sahiptir.

Şekil A2.1 • Yakacak Odunun Isıl Değerleri



Nem içeriğini ifade etmenin iki yolu vardır ve ikisi de genellikle yüzde ile ifade edilmektedir:

- Nem içeriği, kuru = (ıslak ağırlık - kuru ağırlık)/kuru ağırlık
- Nem içeriği, ıslak = (ıslak ağırlık - kuru ağırlık)/ıslak ağırlık

Şekil A2.1 belirli bir nem içeriği aralığı için her iki şekilde ifade edilen ısıl değerleri vermektedir.

Yaklaşık %15 lik nem içeriğinin üstündeki değerlerde, iki ölçü türünün arasındaki fark belirgin hale gelmektedir. Bu yüzden, odun için bir ısıl değer seçerken, hem nem içeriğini hem de hangi biçimde ifade edildiğini bilmek önemlidir.

Katı metreküp başına veya stere başına düşen ısı değeri hesaplanırken, nem içeriği kadar odunun yoğunluğununda belirtilmesi gereklidir.

Díğer bíçímlerde yakacak odun ve odun atıkları

Odun talaşı ve odun parçalarından oluşan yakıtlar daha düzgün ve kolay kontrol edilebilir yanma koşulları sağladıkları için büyük kazan tesisatlarındaki kullanımları gittikçe yaygınlaşmaktadır. Odun doğrama mekanizmaları gazlaştırma için odunun hazırlanmasında ve gazlaştırılmış yakıtın dağıtımı için kullanılmaktadır. Odun parçalarından oluşan yakıt linyin bağlayıcıların eklenmesiyle odun talaşından imal edilmektedir.İmalat sırasındaki nem oranı düşüktür (~%10). Talaşlar ve parçalar için nem içeriği ve ısı değerleri genellikle üretici tarafından belirtilmektedir.

Birçok sanayi ve ticari koşullarında odun atığı ortaya çıkabilmektedir ve ticareti nadiren yapılmakla birlikte yerinde kullanılmaktadır. Raporlama yapan işletmeler kullanılan miktarı tahmin edebilmekte veya ortaya koyabilmekte ya da ondan elde edilen ısıyı belirleyebilmektedir. Odun atığı için özel bir durum siyah likörün üretimi ve kullanımıdır.

Ekinlerin kalıntılarından ortaya çıkan atıklar yakıtların önemli kaynaklarındandır ve saman yakma kazanları gibi onları kullanabilecek şekilde tasarlanmış özel fabrikalarda kullanılabilmektedirler.

Sıvı bíyoyakıtlar

Sıvı biyoyakıtlar Sözlük'te detaylandırılmıştır.

Gaz bíyoyakıtlar

Gaz biyoyakıtlar Sözlük'te detaylandırılmıştır.

Ek 3
Birimler ve Dönüştürme Karşılıkları



1 Giriş

Yakıt ve enerji miktarlarını ifade etmek için kullanılan en yaygın birimler hacim, kütle ve enerji ile ilgili olanlardır. Kullanılan gerçek birimler ülkeye ve bölgesel imkanlara göre değişebilmektedir ve ülkedeki tarihsel uygulamaları yansıtmaktadır, bazen değişen yakıt arzı koşullarına uyarlanmaktadırlar.

Bu ekte öncelikle kullanılan çeşitli birimleri ve birbirleriyle olan ilişkileri tanımlanacaktır. Daha sonra yaygın olarak kullanılan yakıtların ısıl değerleri için referans aralıklar sağlanacaktır.

2 Birimler ve Karşılıklı İlişkileri

Hemen hemen bütün yakıt ve enerji miktarlarını kapsayan uluslararası olarak kabul edilmiş birimler metreküp, ton (metrik ton) ve joule dür. Bunlar Uluslararası Ölçüm Sistemi'nde (SI) bulunan metreden, kilogramdan ve saniyeden türetilmiştir ve bilim, teknoloji ve ticaret için uluslararası bir temel olarak hizmet etmektedir.Ancak, yıllar boyunca diğer birimler kullanılmıştır ve aşağıdaki kısımlarda ilişkileri listelenecektir.

3 Ondalık Sistem Önekleri

Aşağıdaki tablo, enerji istatistiklerinde yaygın olarak kullanılan ast ve üst kat öneklerini vermektedir. Öneklerin tam olarak, verildiği gibi kullanılmasına dikkat ediniz. Özellikle, küçük harfle yazılmış öneklerin hiçbir zaman büyük harflerle yazılmaması gerekmektedir. Örneğin, x kilowatt'ı ifade eden bir rakamın x kW olarak yazılması gerekmektedir. Hiçbir zaman x KW olarak yazılmamalıdır.

Tablo A3.1 • Yaygın Olarak Kullanılan Ast ve Üst Kat Önekleri

Üst katlar		Ast katlar	
10^{1}	deka (da)	10^{-1}	desi (d)
10^{2}	hekto (h)	10^{-2}	santi (c)
10^{3}	kilo (k)	10^{-3}	mili (m)
10^{6}	mega (M)	10^{-6}	mikro (μ)
10^{9}	giga (G)	10^{-9}	nano (n)
10^{12}	tera (T)	10^{-12}	piko (p)
10^{15}	peta (P)	10^{-15}	femto (f)
10^{18}	eksa (E)	10^{-18}	atto (a)

4 Dönüştürme Karşılıkları

Hacim, kütle ve enerji için elektronik birim dönüştürücüsü IEA internet sitesinde, **www.iea.org** adresinde sunulmaktadır. Siteye girdiğinizde İstatistiklere **(Statistics)** ve daha sonra Birim Dönüştürücüsüne **(Unit Converter)** basarak talimatları takip ediniz.

Hacim birimleri

Uzunluk birimi hacim biriminin temelini oluşturmaktadır (metre, santimetre, vb.)

Esas olarak galon ve litre sıvı ölçüm standartıdır fakat şimdi resmi olarak metreküp cinsinden tanımlanmaktadır.

Stere ve cord sadece odun kömürü ölçümlerinde kullanılmaktadır ve sırasıyla 1 metreküp ve 128 feet küp istif edilmiş odun kömürünü temsil etmektedir. Her bir birimde odunun gerçek hacmi, istiflenmenin yoğunluğu ve kullanılan odun parçalarının şekli önemli ölçüde değişebileceğinden eğreti olarak tanımlanmıştır.

Tablo A3.2 • Hacim Birimleri Arasındaki Dönüştürme Karşılıkları

	A.B.D. galonu (gal)	B.K. galonu (gal)	bbl	ft^3	lt	m^3
ABD galon (gal)	1	0.8327	0.02381	0.1337	3.785	0.0038
UK galon (gal)	1.201	1	0.02859	0.1605	4.546	0.0045
Varil (bbl)	42.0	34.97	1	5.615	159.0	0.159
Foot küp (ft^3)	7.48	6.229	0.1781	1	28.3	0.0283
Litre (lt)	0.2642	0.220	0.0063	0.0353	1	0.001
Metreküp (m^3)	264.2	220.0	6.289	35.3147	1000.0	1

Kütle Birimleri

Kütlenin SI birimi kilogramdır (kg), 1000 kg'a eşit olan ton (metrik ton) yaygın olarak enerji istatistiklerinde en küçük birim olarak kullanılmaktadır. Ülkelerin birçoğu için, ulusal ürün dengeleri kütle olarak ifade edilen ürünlerin sunumlarında birim olarak kiloton (1000 ton)'u kullanacaktır.

Tablo A3.3 • Kütle Birimleri Arasındaki Dönüştürme Karşılıkları

	kg	t	lt	st	lb
Kilogram (kg)	1	0.001	$9.84x10^{-4}$	$1.102x10^{-3}$	2.2046
Ton (t)	1000	1	0.984	1.1023	2204.6
Uzun ton (lt)	1016	1.016	1	1.120	2240.0
Kısa ton (st)	907.2	0.9072	0.893	1	2000.0
Pound (lb)	0.454	$4.54x10^{-4}$	$4.46x10^{-4}$	$5.0x10^{-4}$	1

Enerji birimleri

Enerjinin SI birimi joule (J)'dur. Enerji için kullanılan birçok diğer birim enerji miktarlarının kısmen tarihsel sebeplerden kısmen birim olarak joule'un kullanıldığı küçük miktarlarda alışılmamış ondalık öneklerin kullanımını gerektirdiğinden pratik olarak ifade edilmesi için kullanılmaktadır. Sonuç olarak, uluslararası organizasyonlar ulusal yakıt arzlarını ve kullanımdaki ilgili ürünleri tanımlamak için uygun miktardaki enerji için birimleri kullanmaktadır. Tarihsel olarak ton eşdeğer kömür kullanılmaktaydı, fakat petrolün yukarı tırmanışıyla bunun yerini 41.868 gigajoule olarak tanımlanan ton eşdeğer petrol (tep) almıştır. Birçok ulusal bilanço bu birimi kullanmaktadır, fakat Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO)'nun tavsiyeleriyle terajoule artarak kullanılmaktadır.

Kullanılan kalorinin birçok tanımı bulunmaktadır. Burada verilen kalori ve joule arasındaki dönüştürme karşılığı 4.1868 joule olarak tanımlanan Uluslararası Buhar Tablosu (IT) değeridir. Benzer şekilde, İngiliz ısı birimi (Btu) için uluslararası olarak kabul edilmiş değer 1 055.06 joule dur. Btu quad (10^{15} Btu) ve therm (10^{5} Btu)'in temelidir.

Tablo A3.4 • Enerji Birimleri Arasındaki Dönüştürme Karşılıkları

	TJ	Gkal	Mtep	MBtu	GWh
Terajoule (TJ)	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
Gigakalori	4.1868×10^{-3}	1	10^{7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtep*	4.1868×10^{-4}	10^{7}	1	3.968×10^{7}	11630
Milyon Btu (MBtu)	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-8}	1	2.931×10^{-4}
Gigawatt-saat (GWh)	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

* milyon ton eşdeğer petrol

5 Tipik Isıl Değerler

Kömürler

Tablo A3.5 • Taş Kömürü Tiplerine Göre Isıl Değer Aralıkları

Taş kömürü	Brüt Isıl Değer (kullanılan) MJ/kg	Net Isıl Değer (kullanılan) MJ/kg	Karbon İçeriği kg/t	Nem İçeriği %	Karbon İçeriği (kullanılan) (dmmf)*kg/t
Antrasit	29.65-30.35	28.95-30.35	778-782	10-12	920-980
Kok kömürü	27.80-30.80	26.60-29.80	674-771	7-9	845-920
Diğer bitümlü	23.85-26.75	22.60-25.50	590-657	13-18	810-845

Koklar

Tablo A3.6 • Kok Tiplerine Göre Isıl Değerler

Kok tipi	Brüt Isıl Değer (kullanılan) MJ/kg	Net Isıl Değer (kullanılan) MJ/kg	Karbon İçeriği (kullanılan) kg/t	Nem İçeriği (kullanılan) %	Karbon İçeriği (kullanılan) (dmmf)*kg /t
Metalurjik kok	27.90	27.45	820	8-12	965-970
Gaz koku	28.35	27.91	853	1-2	856
Düşük ısılı kok	26.30	25.40	710	15	900
Petrol koku (yeşil)	30.5-35.8	30.0-35.3	875	1-2	890

*dmmf: kuru, mineral madde içermeyen

Kömürden türetílmíş gazlar

Tablo A3.7 • Kömürden Türetilmiş Gazlar İçin Tipik Isıl Değerler

Gaz tipi	Brüt Isıl Değer (kullanılan) MG/kg	Net Isıl Değer (kullanılan) MG/kg	Net Isıl Değer (kullanılan) MG/kg	Karbon İçeriği (kullanılan) %
Kok gazı	19.01	16.90	37.54	464
Yüksek fırın gazı	2.89	2.89	2.24	179

Petrol ürünlerí

Tablo A3.8 • Seçilmiş Petrol Ürünleri İçin Tipik Isıl Değerler

Ürün	Yoğunluk kg/m^3	Ton başına düşen litre	Brüt Isıl Değer (GJ/T)	Net Isıl Değer (GJ/t)[1]
Etan	366.3	2730	51.90	47.51
Propan	507.6	1970	50.32	46.33
Bütan	572.7	1746	49.51	45.72
LPG [2]	522.2	1915	50.08	46.15
Nafta	690.6	1448	47.73	45.34
Uçak benzini	716.8	1395	47.40	45.03
Benzin [3]	740.7	1350	47.10	44.75
Uçak türbin yakıtı	802.6	1246	46.23	43.92
Diğer kerosen	802.6	1246	46.23	43.92
Gaz/mazot	843.9	1185	45.66	43.38
Fuel oil, düşük sülfürlü	925.1	1081	44.40	42.18
Fuel oil, yüksek sülfürlü	963.4	1038	43.76	41.57

(1) Nafta ve daha ağır yakıtlar için, net ısıl değerler brütün % 95'i olarak kabul edilmiştir.
(2) Kütlece %70'i propan ve % 30 'u bütan olan bir karışımı kabul eder.
(3) *91 ve 95 oktan motor benzinleri için bir ortalama*

Doğal gaz

Metan için ısıl değerler 55.52 MJ/kg (brüt) (37.652 MJ/m^3) ve 50.03 MJ/kg (net) (33.939 MJ/m^3)'dir. Fakat, sağlanan doğal gaz metana ek olarak başka gazlar içermektedir (genellikle etan ve propan). Ağır gazların metreküp başına düşen ısıl değeri arttırması nedeniyle, brüt ısıl değerler değişebilmektedir – 37.5 ve 40.5 MJ/m^3 arasında.

Tablo A3.9 • Kütle veya Hacimden Isıya Dönüştürme Katsayıları (Brüt Isıl Değer)

	LNG		GAZ							
			Norveç		Hollanda		Rusya		Cezayir	
	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu
m^3*	40.00	37912	42.51	40290	35.40	33550	37.83	35855	39.17	37125
kg	54.40	51560	52.62	49870	45.19	45.19	42830	54.52	20.56	47920

* 15 °C'de.

Tablo A3.10 • Standart Metreküp (Sm^3) ve Normal Metreküp (m^3) Arasındaki Dönüştürme Karşılıkları

	Standart m^3	Normal m^3
Standart m^3*	1	0.948
Normal m^3**	1.055	1

* 15 °C'de.ve 760 mm civada ölçülmüş 1 Sm^3
** 0 °C'de.ve 760 mm civada ölçülmüş 1 m^3

Tablo A3.11 • LNG ve Doğal Gaz Birimleri Arasındaki Dönüştürme Karşılıkları

	LNG (metrik ton)	LNG (m^3)	Standart m^3*
LNG (metrik ton)	1	0.948	1360
LNG (m^3)	0.45	1	615
Standart m^3*	$7.35x10^{-4}$	$1.626x10^{-3}$	1

* 1 Sm^3 = 40 MJ.

Tablo A3.12 • Doğal Gaz İçin Brüt ve Net Isıl Değer Karşılaştırması

1 NCV* = 0.9 GCV**

*NCV = Net Isıl Değer
**GCV = Brüt Isıl Değer