

**Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü**  
**Bahar, 2017**

**ME 418**  
**DOĞAL GAZ SİSTEMLERİ**

**Ceyhun Yılmaz**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

# Giriş

## Ders için önerilen kaynaklar

- Doğal Gaz Tesisatı (Tanımı, cihazı, uygulama projeleri) Prof. Dr. T.Hikmet KARAKOÇ 2006
- Doğalgaz Tanımı, cihazları, devreleri, hesabı Prof.Dr.Müh.Alpin Kemal DAĞSÖZ 1997
- Doğal Gaz İç Tesisatı MMO/2005/377

# ENERJİ VE ÇEVRE

- Enerjinin bir biçimden diğer biçime dönüşmesi, çevreyi ve farklı yollarla soluduğumuz havayı etkilemektedir. Bu nedenle enerji ile ilgili çalışmalar çevreye olan etkisi incelenmeden bitirilemez.
- Fosil yakıtlarının yakılması boyunca açığa çıkan kimyasallar **hava kirliliğine**, **asit yağmurlarına**, **küresel ısınmaya** ve **iklim değişikliklerine** neden olmaktadır
- Çevre kirliliğinin yüksek seviyelere ulaşması, **bitki örtüsünü**, **vahşi yaşamı** ve **insan sağlığı** için tehlikeli duruma gelmiştir

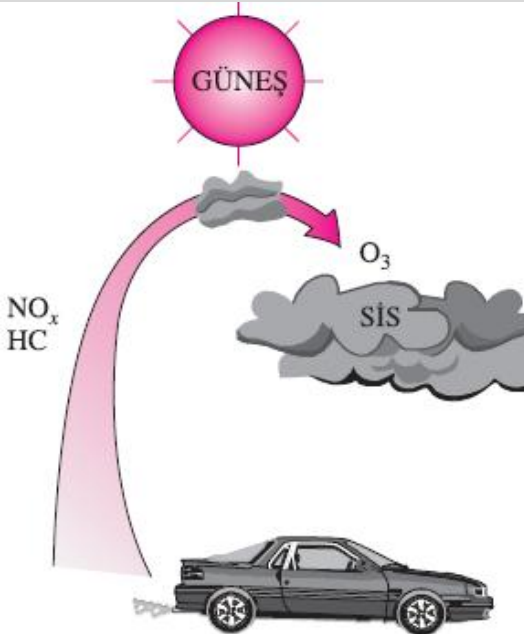


Araç motorları hava kirliliğinin önemli nedenlerindedir.

Enerji dönüşümleri genellikle çevre kirliliğini beraberinde getirmektedir.

# OZON VE DUMANLI SİS

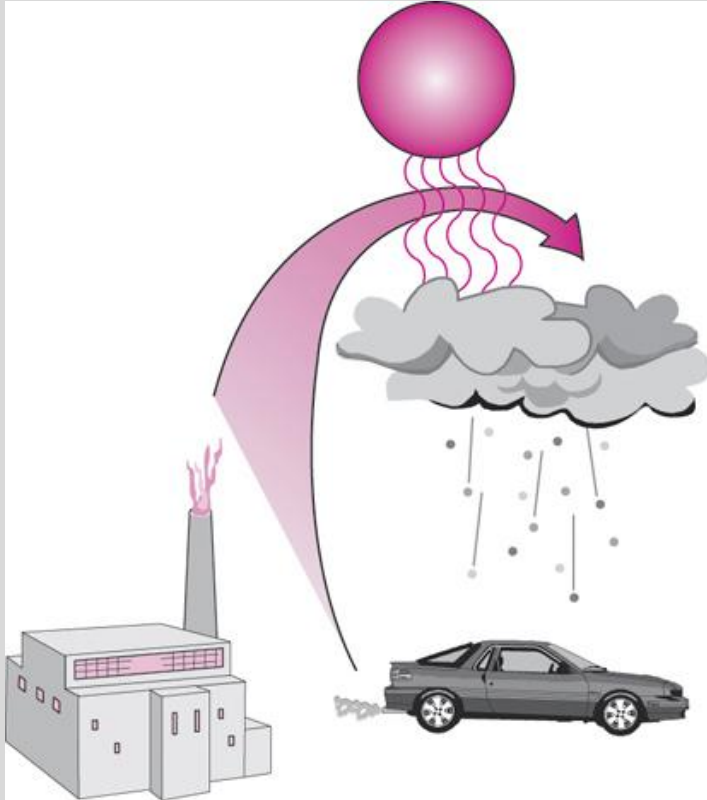
- **Dumanlı sis:** Dumanlı sis, genellikle yer seviyesindeki ozondan ( $O_3$ ) oluşur, ancak ayrıca, karbon monoksit gibi kimyasallardan, kurum gibi küçük zerrelerden, benzen, bütan ve diğer hidrokarbonlar gibi uçucu organik bileşenlerden (VOCs) oluşur.
- Dumanlı sis, genellikle yer seviyesindeki ozondan ( $O_3$ ) oluşur, ancak ayrıca, **karbon monoksit** gibi kimyasallardan, kurum gibi küçük zerrelerden, benzen, bütan ve diğer **hidrokarbonlar** gibi uçucu organik bileşenlerden (VOCs) oluşur.
- **Ozon:** Ozon gözleri ve akciğerlerde oksijen ile karbondioksitin yer değiştiği bronşları tahriş eder ve bu yumuşak süngerimsi dokuların sertleşmesine neden olur.
- Ayrıca solunma sıklığına, hırıltıya, aşırı yorgunluğa, baş ağrısına, mide bulantısına, astım gibi solunumla ilgili problemlere neden olur



- Sis içerisindeki diğer ciddi kirletici; renksiz, kokusuz ve zehirli bir gaz olan karbon monoksittir.
- Genellikle motorlu araçlardan bırakılırlar.
- Düşük seviyelerde, karbon monoksit beyine giden ve diğer organlar ve kasalardaki oksijen miktarında ve vücut reaksiyonları ile beraber reflekslerde azalmaya ve karar verme gücünde zayıflamaya neden olur.
- Sis ayrıca araçlar ve sanayilerden bırakılan toz ve kurum gibi küçük parçacıklarda içermektedir. Bu maddeler asit ve metal taşıdıkları için göz ve akciğerler için tahriş edicidir.

# ASİT YAĞMURU

- Hava kirliliğine sebep olan kükürt dioksit ( $\text{SO}_2$ ), yakıtların içinde bulunan kükürdün oksijen ile tepkimeye girmesi sonucu oluşur .
- Yüksek kükürt oranlı kömür yakan güç santralleri kükürt dioksitin temel edenidir.
- Motorlu araçlarda ayrıca  $\text{SO}_2$  emisyonları bırakmaktadır. Çünkü benzin ve dizel yakıt az miktarda kükürt içermektedir.



- Kükürt oksit ve nitrik oksidin atmosferdeki gün ışığının fazla olması ile su buharı ve diğer kimyasallarla tepkimeye girmesi ile sülfürik asit ve nitrik asit oluşur
- Oluşan asit çözülmeden bulut ve sis içersindeki su damlalarına asılı olarak kalır.
- Limon suyu gibi asitli olan asit yüklü bu damlalar gökyüzünden yağmur ve kar ile toprağa düşerler. Bu olay **asit yağmuru** olarak bilinmektedir.

Kükürt oksit ve nitrik oksidin atmosferdeki gün ışığının fazla olması ile su buharı ve diğer kimyasallarla tepkimeye girmesi ile sülfürik asit ve nitrik asit oluşur.

# SERA ETKİSİ KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ



Yeryüzündeki sera etkisi.

- **Sera etkisi:** Bunun nedeni belli bir kalınlıktaki camın ışınımın yüzde 90'ını görülebilir aralıkta geçirmesi ve pratik olarak uzun dalga boyundaki kızılötesi ışıkları geçirmez olmasıdır. Bu nedenle cam, güneş ışınımı geçişini sağlamakta ancak iç yüzeylerin kızıl ötesi ışınım emmesini engellemektedir. Bunun sonucu olarak enerjinin artması ile iç sıcaklık artmaktadır. Güneş enerjisinin soğrulması ile gün boyunca yeryüzü ısınmakta ve gece boyunca soğrulan enerjinin, kızılötesi ışınım şeklinde derin boşluklara gönderilmesinden dolayı soğuma meydana gelmektedir.
- **Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>),** Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), su buharı, metan ve azot oksit gibi diğer gazların bir kısmı battaniye gibi davranırlar. Böylece yeryüzünden ısı ışınımını engelleyerek gece dünyanın ılık kalmasını sağlarlar.
- Bunun için temel bileşeni CO<sub>2</sub> olan bu gazlar sera gazları olarak adlandırılırlar.
- CO<sub>2</sub> kömür, yağ gibi fosilleşmiş yakıtların ve doğal gazın yakılması ile üretilir.

- **1995 raporu:** Dünyadaki iklim bilimcileri geçen yüzyıl boyunca dünyadaki sıcaklık artışının yaklaşık **0.5°C** olduğunu belirtmişler ve **2100** yılına kadar bu artışın **2°C** civarında olacağı tahmin edilmektedir.
- İklimlerdeki değişikliklerle beraber fırtına ve şiddetli yağmurların, su baskınlarının ve kuraklıkların meydana gelmesi, kutuplardaki buzların erimesi ile denizlerdeki su seviyelerinin yükselmesi, sulak alanların su kaynaklarının azalması, bazı hayvan türlerinin azalması ile ekolojik sistemin değişmesi, salgın hastalıkların artması, insan sağlığını tehdit etmesi ve bazı bölgelerdeki sosyoekonomik koşulların değişmesi gibi korkutucu etkileri örnek olarak verilebilir.
- Bu nedenle **yenilenebilir enerji kaynaklarının** dünyanın daha yaşanır bir yer olması için dünya genelinde kullanımını teşvik edilmelidir.



Ortalama bir araç her yıl kendi ağırlığının üzerinde miktar CO<sub>2</sub> üretmektedir (yılda 12000 mil yol giden araç, 600 galon benzin yakmakta ve her galon için 20 lbm CO<sub>2</sub> üretmektedir).



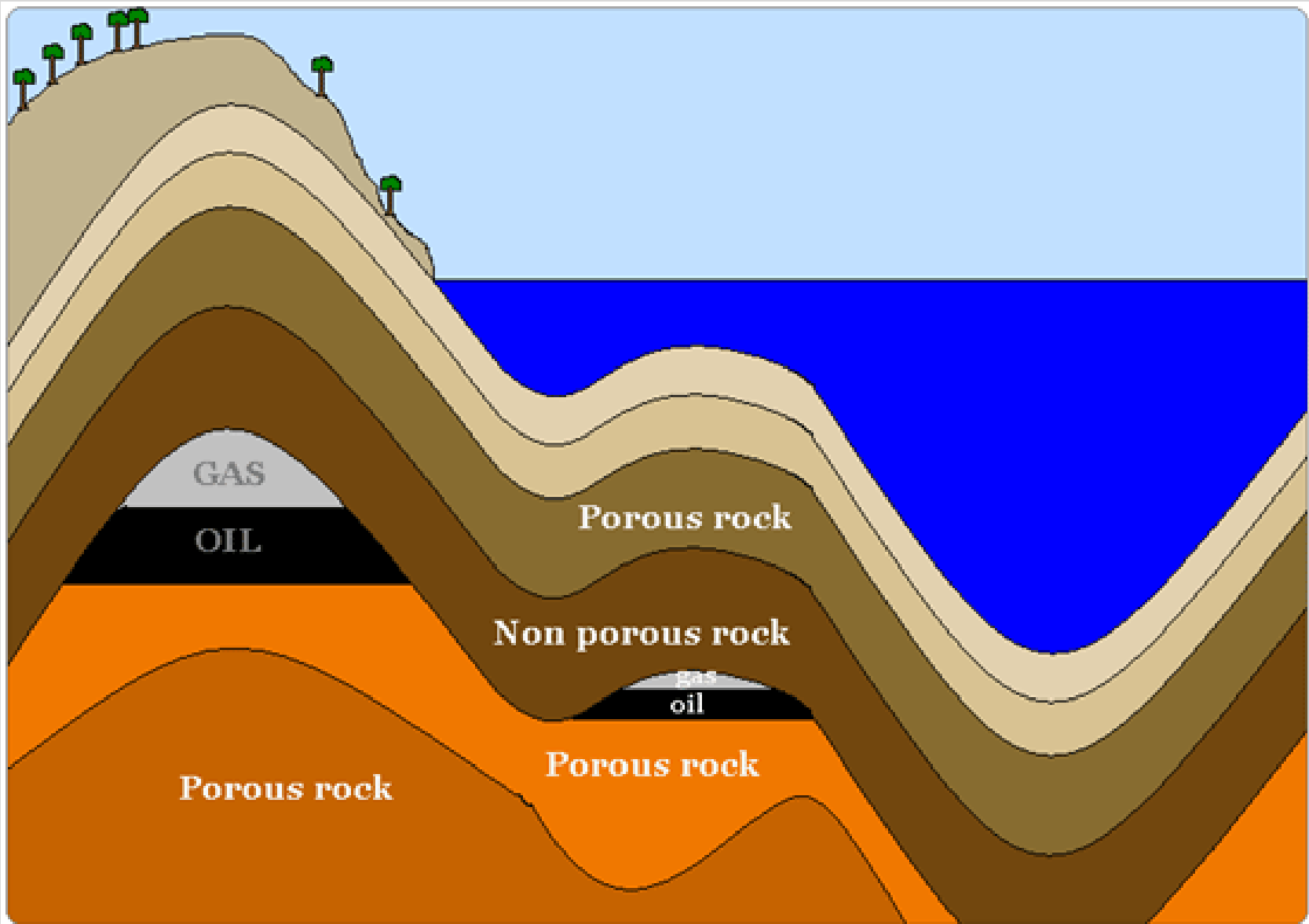
Rüzgar gibi yenilenebilir enerji sera gazları ve kirlenici madde bırakmadığından “yeşil enerji” olarak adlandırılır.

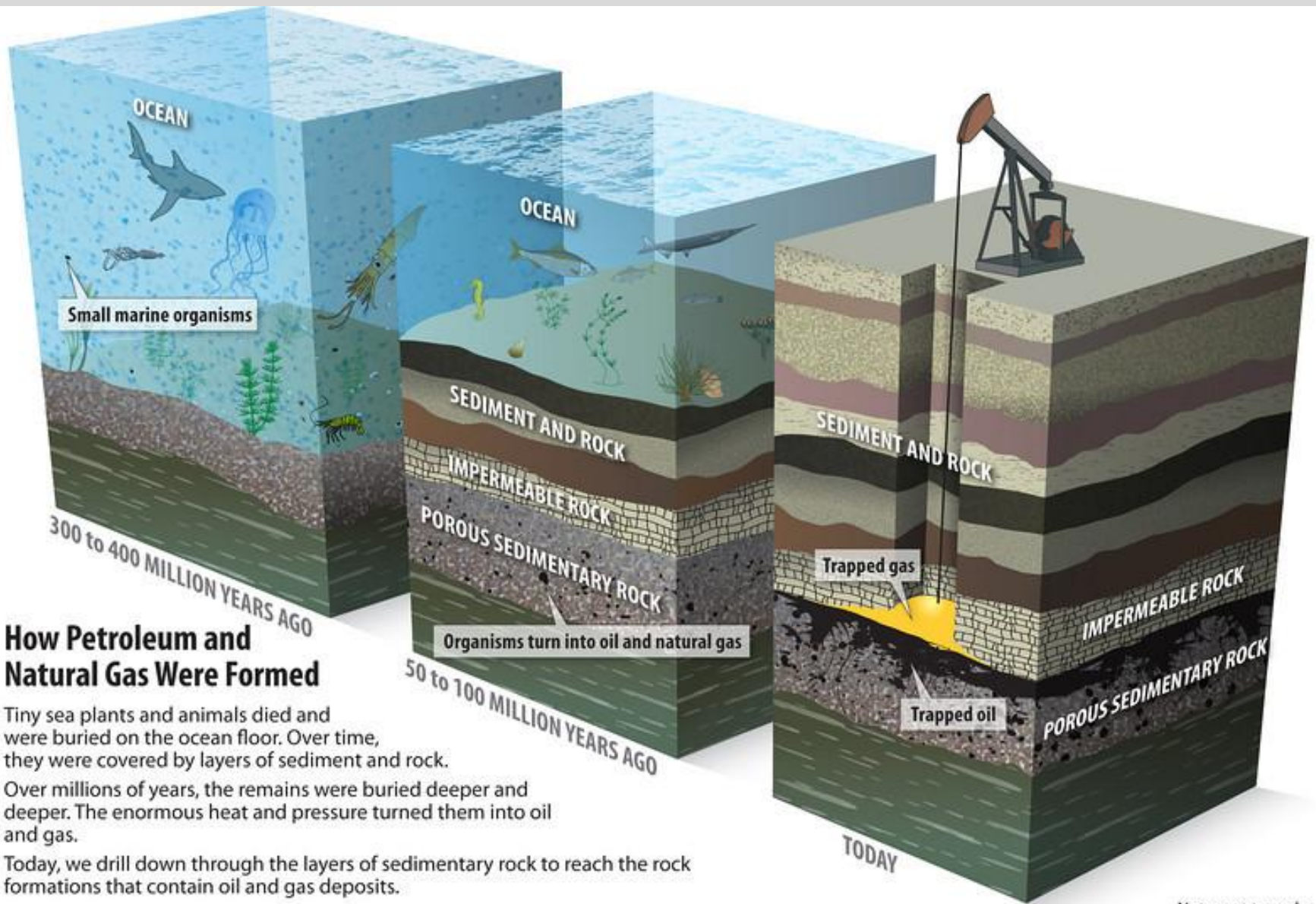
# DOĞALGAZ NASIL OLUŞUR?



- Doğalgaz yerkabuğunun altında, belli jeolojik oluşumlarla gerçekleşen, metan ve hidrokarbonlardan oluşan yanıcı, renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gaz karışımıdır. Kaynağından çıkarıldığı haliyle herhangi bir işleminden geçirilmeksizin kullanılabilir.
- Doğalgaz, milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan artıklarının zamanla yeryüzü kabuğunun derinliklerine gömülüp kimyasal dönüşüme uğraması sonucu oluşur.
- Organik madde olarak bilinen bu bitki ve hayvan artıkları doğal süreçler sonucu göl ve okyanuslarla taşınıp, dibe çökerek çamur ve kumla kaplanarak kayalaşır. Giderek daha derine gömülen bu organik madde, basınç, sıcaklık ve bir ihtimalle de bakteri ve radyoaktivitenin etkisiyle ayrışarak petrol kömür ve doğalgazı oluşturur.







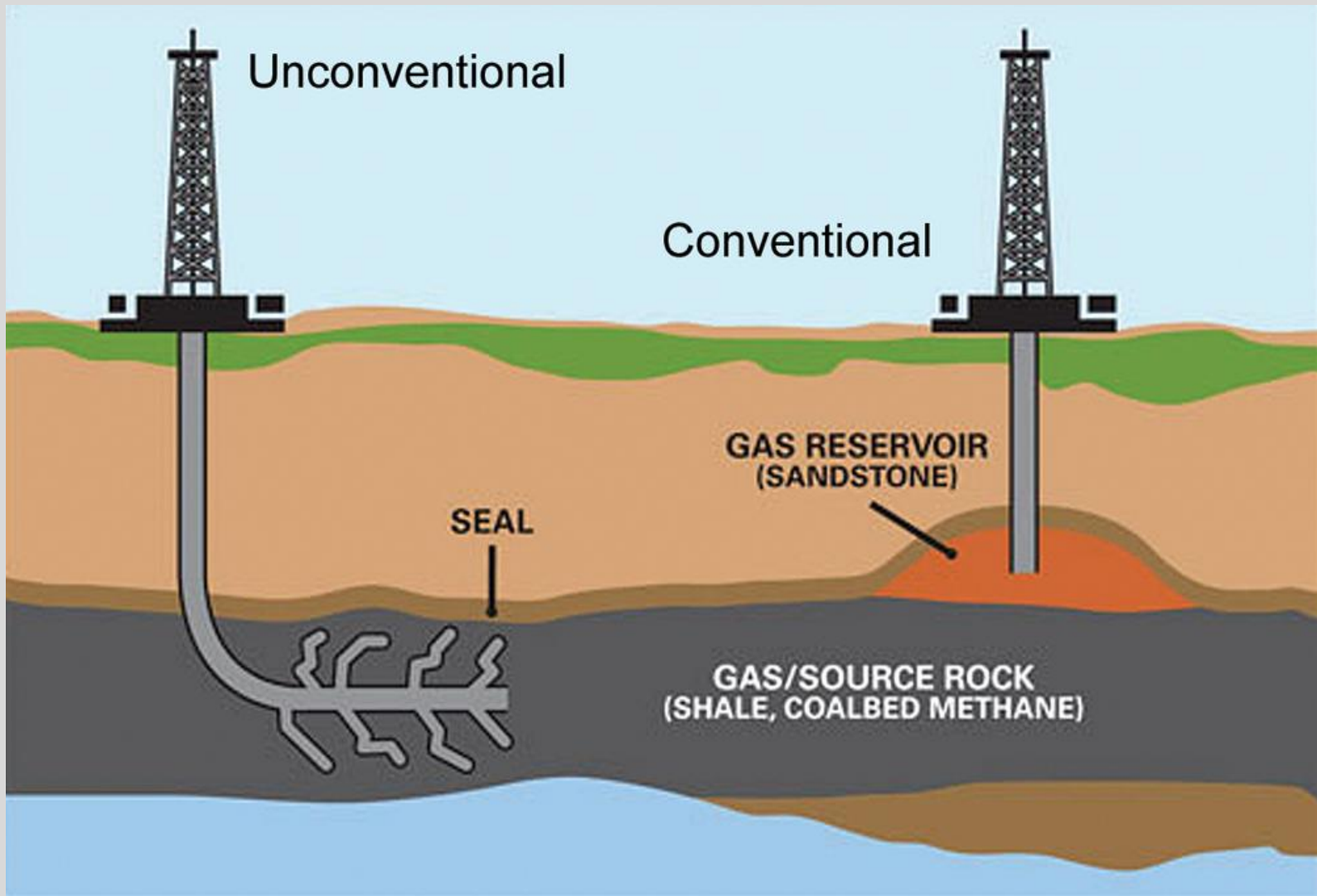
## How Petroleum and Natural Gas Were Formed

Tiny sea plants and animals died and were buried on the ocean floor. Over time, they were covered by layers of sediment and rock.

Over millions of years, the remains were buried deeper and deeper. The enormous heat and pressure turned them into oil and gas.

Today, we drill down through the layers of sedimentary rock to reach the rock formations that contain oil and gas deposits.

Note: not to scale



Unconventional

Conventional

GAS RESERVOIR  
(SANDSTONE)

SEAL

GAS/SOURCE ROCK  
(SHALE, COALBED METHANE)

# DOĞALGAZ NEDİR? ÖZELLİKLERİ NELERDİR?

- Doğal gaz yer kabuğunun içindeki fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımıdır. Bir petrol türevidir. Yakıt olarak önem sıralamasında ham petrolten sonra ikinci sırayı alır. Doğal gazın büyük bölümü (%70-90'ı), Metan gazı ( $\text{CH}_4$ ) adı verilen hidrokarbon bileşiğinden oluşur. Diğer bileşenleri; etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propan ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), bütan ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) gazlarıdır. İçeriğinde eser miktarda karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), azot ( $\text{N}_2$ ), helyum (He) ve hidrojen sülfür ( $\text{H}_2\text{S}$ ) de bulunur.
- Doğal gazı oluşturan hidrokarbon bileşikleri, yeraltındaki petrolün de bileşenleridir. Doğal gaz geçmişte petrol üretimi esnasında ortaya çıkan yararsız bir atık olarak görülmüş ve petrol üretim tesislerinde yakılarak uzaklaştırılmıştır. Günümüzde ise değerli ve stratejik bir enerji kaynağı olarak sıklıkla evlerde ve endüstride kullanılmaktadır.

## DOĞALGAZ NEDİR? ÖZELLİKLERİ NELERDİR?

- Dünya üzerinde Antarktika dışında tüm kıtalarda doğal gaz üretilmektedir. Dünyadaki en büyük üretici Bağımsız Devletler Topluluğu'dur. ABD, Kanada ve Hollanda ve İran da önemli doğal gaz üreticileri ülkelerdendir.
- Doğal gazı en verimli ve en ucuz taşıma yöntemi boru hattı kullanımıdır. ABD'de büyük bölümü II. Dünya Savaşı sırasında döşenmiş yaklaşık 3.2 milyon km doğalgaz boru hattı vardır.
- Bunun yanında doğal gaz basınçlı tanklarda sıvılaştırılmış olarak da taşınabilir. Sıvılaştırılmış doğal gazın (LNG) taşıma sırasında çok yüksek basınç altında ve düşük sıcaklıklarda tutulması zorunluluğu, bu taşıma yöntemini boru hattı yöntemine göre daha verimsiz kılmaktadır.

# DOĞALGAZ NEDİR? ÖZELLİKLERİ NELERDİR?

- Doğalgaz zehirsiz, kokusuz, renksiz, kuru havadan hafif bir gazdır.
- Doğalgaz ucuz ve şu anda kömürden sonra en ekonomik fosil yakıttır.
- Yanma sonucu çevreye verdiği zarar diğer yakıtlara göre çok azdır.
- Depolama gerektirmez. Konut ve iş yerlerimize elektrik tesisatı, su tesisatı gibi bir boru tesisatıyla ulaştırılır. Elektrik ve su tesisatında olduğu gibi bir sayaçla ölçülerek fiyatlandırılır ve kullanıldığı kadar ödenir.



# DÜNYADA DOĞALGAZ KULLANIMI

- Çeşitli kimyasal ürünlerin başlıca hammaddesi olan doğalgaz dünya enerji tüketiminin önemli bölümünü karşılamaktadır. Doğalgazın geçmişi yüzlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Tarihsel kaynaklar doğalgazın ilk kez M.Ö. 900'lerde Çin'de kullanıldığını göstermektedir. Taşınması, işlenmesi ve stoklanması kolay olan doğalgaz yaygın kullanımı ise 1790'da İngiltere'de başladı.
- Boru hattı taşımacılığıyla birlikte 1920'lerde artan doğalgaz kullanımı II. Dünya Savaşı'ndan sonra daha da gelişti.
- Doğalgaz enerji üretim sektöründe ilk kez Amerika'da kullanılmaya başladı. 1950'li yıllarda doğalgazı dünyada enerji tüketimindeki oranı %10'u geçmiyordu.
- Günümüzde ise enerji tüketiminin %24'ü doğalgazla karşılanmaktadır. Dünyada bilinen doğalgaz rezervlerinin yaklaşık 70 yıllık ömrü olduğu tahmin edilmektedir. Bilinen doğalgaz rezervleri petrol rezervlerine eşdeğerdir .

# DOĞALGAZIN DİĞER FOSİL YAKITLARA GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ

- **Diğer fosil yakıtlara göre daha temizdir:** Kömür, fuel-oil v.b. yakıtlar gibi kurum, is, kül gibi yanma artıkları bırakmaz.
- **Havadan daha hafif bir gazdır:** LPG gibi kaçak durumunda zeminde birikme yapmaz. Yükselir ve varsa havalandırmadan çıkar.
- **Kokusuz bir gazdır:** Ancak kent içi dağıtımda kaçakların anlaşılması için çürük yumurta-sarımsak kokusu benzeri bir koku ile kokulandırılır.
- **Depolama ve stok maliyeti yoktur.** Binalarda yakıt tankı için ayrıca bir alan gereksinimi yoktur.



# DOĞALGAZIN DİĞER FOSİL YAKITLARA GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ

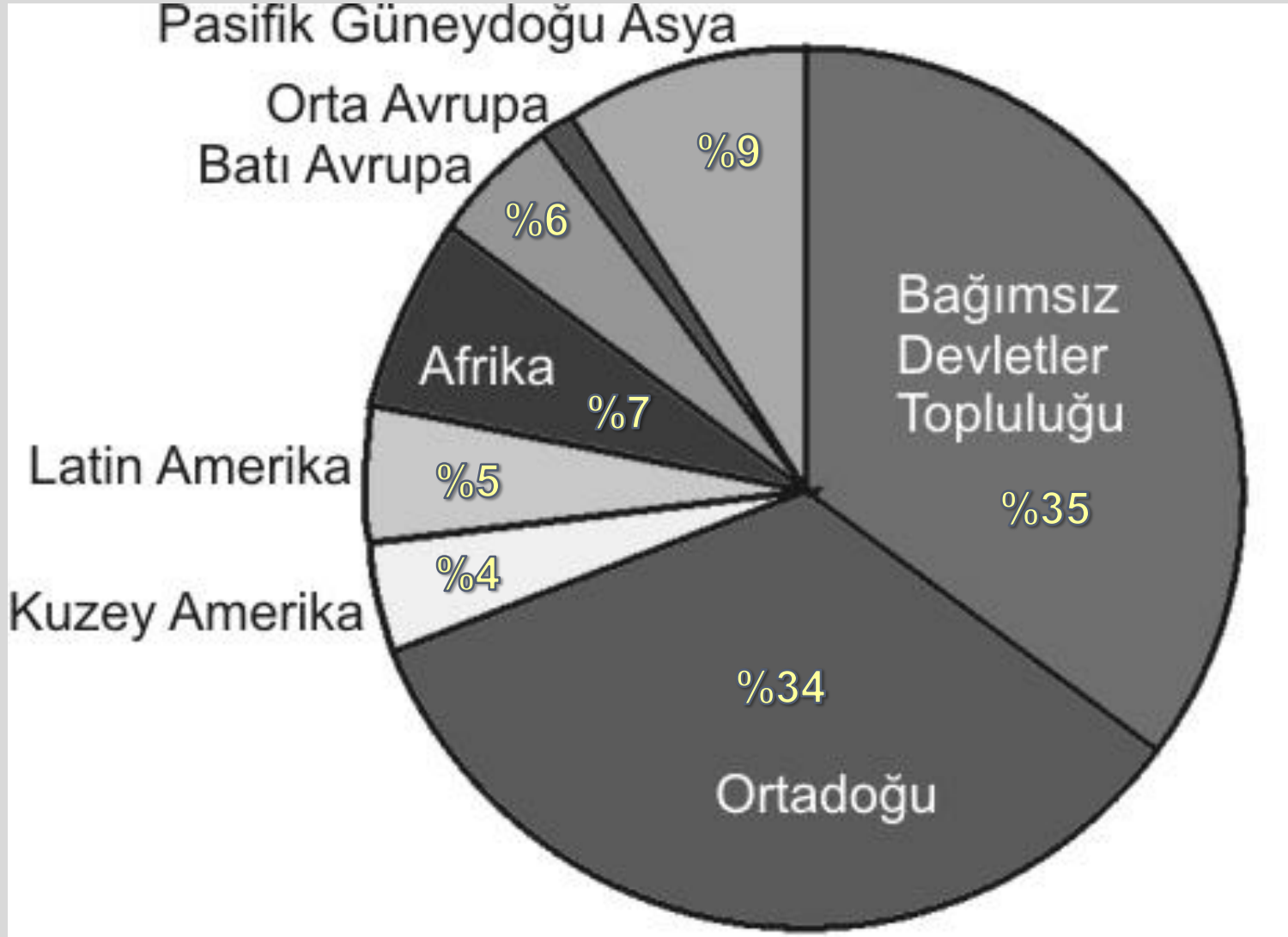
- **Taşıma maliyeti yoktur:** Diğer sıvı ve katı yakıtlar gibi ilk yatırım sonrasında taşıma maliyeti ve riski yoktur. Borularla iletilir.
- **İşletme ve bakım maliyeti düşüktür:** Yakma için ön hazırlık, ek enerji gereksinimi yoktur. Yakıcıların bakım maliyetleri düşüktür.
- **Yanma hassas ve insandan bağımsız otomatik olarak kontrol edilebilir.** Emniyet sistemleri diğer yakıt sistemlerine göre daha gelişmiştir. Yanma verimi diğer yakıtlara göre daha yüksektir.
- **Doğalgaz tesisatları düşük basınçla çalıştığı için** LPG tüpleri gibi patlamada, parça tesiri yoktur.

# DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DOĞALGAZ

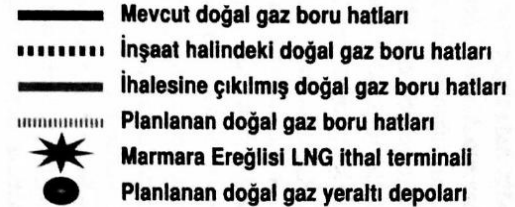
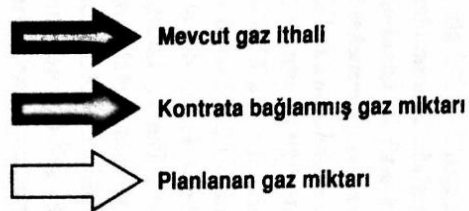
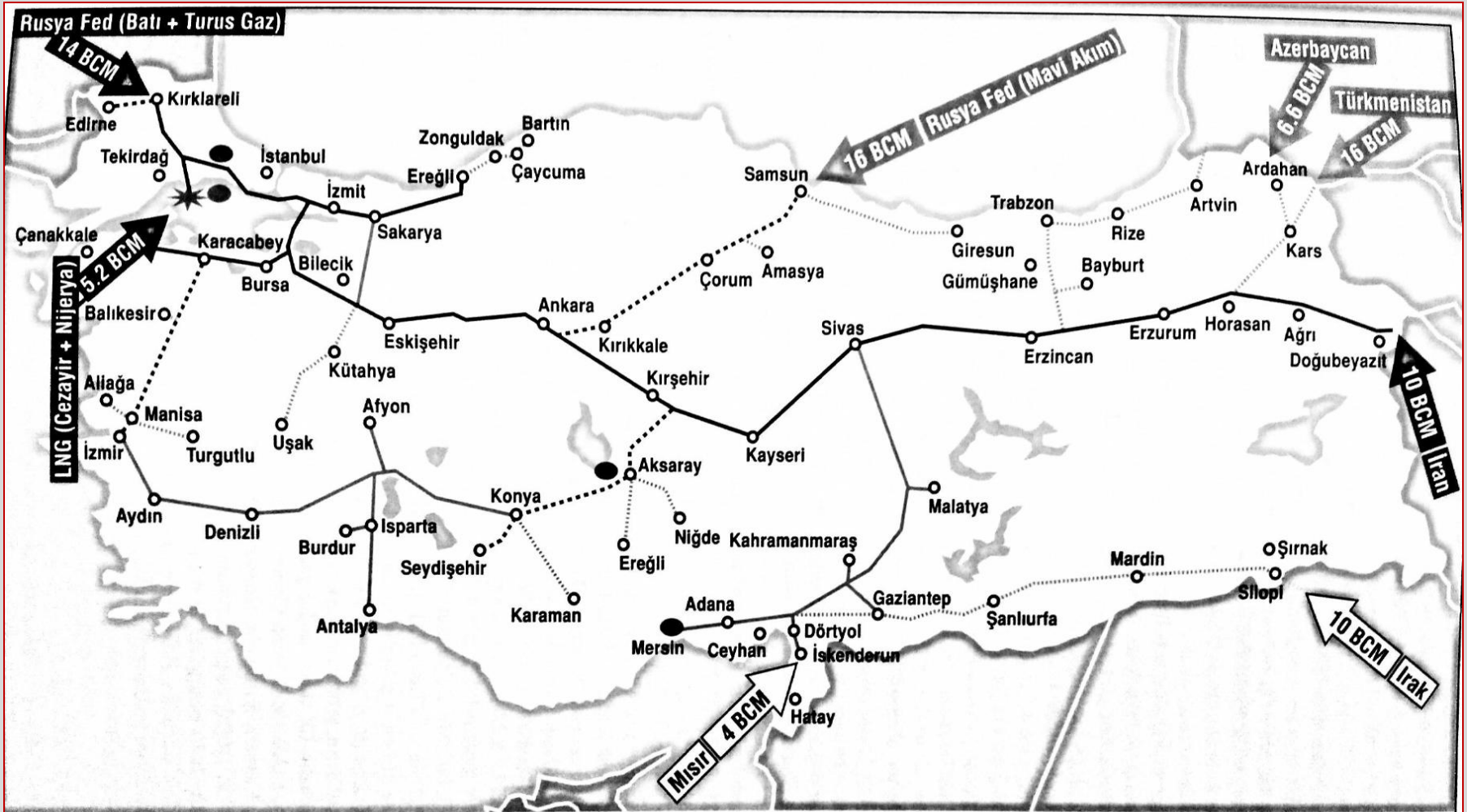
- Günümüzde dünyadaki doğalgaz tahmini rezervlerinin henüz %14-15 düzeyindeki bir kısmı işletilebilmektedir. İşletilen bu kısmın dünya tüketimine 70 yıl yeteceği hesaplanmaktadır.
- Ülkemizde bilinen doğalgaz kaynakları son derece düşüktür. Fakat dünyadaki rezervin **%69 gibi büyük bir kısmı komşularımızdadır.**
- Rusya dünya rezervlerinin %35'ine Ortadoğu Ülkeleri %34'üne sahiptir.
- Petrol kaynaklarının da benzer oluşu ülkemizin doğalgaz ve petrol için diğer ülkelere aktarılacak bir geçiş yolu olmasını sağlamaktadır.



# DÜNYADA DOĞALGAZ REZERVLERİ DAĞILIMI



# ÜLKEMİZİN KAYNAKLARA YAKIN OLMASI BİR AVANTAJDIR



# TÜRKİYE'DE DOĞALGAZ KULLANIMI

- Ülkemize doğalgaz Rusya, Azerbeycan, Türkmenistan ve İran'dan boru hattı ile Nijerya, Cezayir, Mısır dan sıvılaştırılmış olarak deniz yoluyla gelmektedir.
- Ülkemizde 1988 yılında ilk olarak Ankara'da doğalgaz kullanımına geçilmiş, 1992 yılında İstanbul ve daha sonra Bursa, Eskişehir, İzmit'te doğalgaz sanayi ve konutlarda kullanılmaya başlanmıştır.
- Şu ana kadar 70'den fazla ilimizde doğalgaz dağıtım çalışmaları başlamış ve sürdürülmektedir. Yeni ihale edilecek iller ve hazırlıklar düşünüldüğünde yakın gelecekte ülkemizin büyük çoğunluğu doğalgaz kullanımına geçmiş olacaktır.

# TÜRKİYE'DE DOĞALGAZ KULLANIMI

- Türkiye'de doğalgazın varlığı 1970 yılında Kırklareli Kurumlar bölgesinde tespit edilerek, 1976 yılında Pınarhisar Çimento Fabrikası'nda kullanılmaya başlandı. 1975 yılında Mardin Çamurlu sahasında bulunan doğalgaz, 1982 yılında Mardin Çimento Fabrikası'na verildi. Kaynaklardaki rezervlerin sınırlı olması tüketimin genişlemesini önledi.
- Türkiye'de de sınırlı bir miktarda doğalgaz çıkmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Tüketilen gazın %97'si ithal edilmektedir.

# İLLER İTİBARI İLE DOĞAL GAZ ARZ DURUMU



# YILLAR İTİBARIYLA YAPIMI TAMAMLANAN VE PLANLANAN DOĞAL GAZ BORU HATLARI





# SIVILAŞTIRILMIŞ DOĞAL GAZ (LNG) İTHAL TERMİNALİ

- Türkiye'de diğer bazı doğalgaz ithal eden ÷lkeler gibi doğalgaz arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, arz güvenliğinin ve arz esnekliğinin arttırılması için hem baz y÷k tesisi olarak çalıőtırmak hem de ihtiyaç duyulduğunda pik d÷őt÷r÷c÷ olarak devreye sokulmak ÷zere Marmara Ereğlisi'nde LNG İthal Terminali yapılmıştır.
- 1994 yılında iőtletmeye alınan terminalin s÷rekli enjeksiyon kapasitesi 685.000 m<sup>3</sup>/saattir.



# BOTAŞ



- Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ), 27 Ağustos 1973 tarihinde, Türkiye Cumhuriyeti ile Irak Cumhuriyeti Hükümetleri arasında imzalanan Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması'nın amacı olan Irak ham petrolünün, Ceyhan Terminaline taşınmasını gerçekleştirmek üzere, 7/7871 sayılı Kararnameye istinaden 15 Ağustos 1974 tarihinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından kurulmuştur.
- Türkiye'nin enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi gözönüne alınarak başlangıçta, boru hatları ile petrol taşımacılığı yapan Kuruluşun faaliyetleri, 1987 yılından itibaren boru hatları ile doğal gaz taşımacılığı ve doğal gaz ticareti ile genişlemiş ve Kuruluş hizmet fonksiyonlarının yanı sıra, ticari bir hüviyet de kazanmıştır.
- 9 Şubat 1990 tarihli ve 397 sayılı Doğal Gazın Kullanımı Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile BOTAŞ'a verilen doğal gazın ithali, dağıtımı (şehir dağıtımı hariç), satışı ve fiyatlandırması konularındaki tekel konumu, 2 Mayıs 2001 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile sona ermiştir. Söz konusu Kanun, doğal gazın ithali, iletimi, dağıtımı, depolanması, pazarlanması, ticareti ve ihracatı ile bu faaliyetlere ilişkin tüm gerçek ve tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerini düzenlemektedir.

Ağustos 1973	Türkiye Cumhuriyeti ile Irak Cumhuriyeti Hükümetleri arasında Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması imzalandı.
Ağustos 1974	Irak ham petrolünün, İskenderun Körfezi'ne taşınmasını sağlamak amacıyla, 7/7871 sayılı Kararnameye istinaden Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)'na bağlı olarak BOTAŞ kuruldu.
Ocak 1985	233 Sayılı Kamu İktisadi Teşebbüsleri Hakkında KHK'nın yürürlüğe girmesi üzerine BOTAŞ'ın ana sözleşmesi bu kararname hükümlerine uygun olarak yeniden tanzim edildi ve 14.01.1985 tarih ve 1178 sayılı Ticaret Sicili Gazetesinde yayımlandı.
Şubat 1986	BOTAŞ ile Soyuzgazexport arasında ilk doğal gaz alım anlaşması imzalandı.
Haziran 1987	Türkiye'ye ilk gaz ithali gerçekleştirildi.
Nisan 1988	Cezayir ile LNG alım anlaşması imzalandı.
Ekim 1988	Doğal gaz Ankara'da konut ve ticari sektörde kullanılmaya başladı.
Kasım 1988	Doğal Gaz İşletmeleri Bölge Müdürlüğü faaliyete geçti.
Ocak 1992	Doğal gaz İstanbul'da kullanılmaya başladı.
Aralık 1992	Doğal gaz Bursa'da kullanılmaya başladı.
Ağustos 1994	Marmara Ereğlisi LNG Terminali tamamlanarak işletmeye alındı.
Şubat 1995	BOTAŞ Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)'ndan ayrılarak Kamu İktisadi Teşekkülü statülü Anonim Şirket olarak yapılandırıldı.
Haziran 1995	BOTAŞ'ın faaliyet alanına "Yurtdışında petrol ve doğal gazın teminine yönelik arama, sondaj, üretim, taşıma, depolama ve rafinaj gibi tüm petrol ameliyelerini yapmak" ibaresi de eklendi.

Kasım 1995	Nijerya ile 22 yıllık LNG Alım Anlaşması imzalandı.
Eylül 1996	Doğal Gaz İzmit'te kullanılmaya başladı.
Ekim 1996	Doğal Gaz Eskişehir'de kullanılmaya başladı.
Temmuz 1996	BOTAS International Limited (BIL) şirketi uluslararası projelerde görevlendirilmek üzere kuruldu.
Ağustos 1996	Yeni bir arz kaynağı olarak, İran ile ilk doğal gaz alım anlaşması imzalandı.
Ekim 1997	BOTAŞ, Rus şirketi Gazprom'un da ortak olduğu "Turusgaz" şirketine %35 hisse ile ortak oldu.
Aralık 1997	Rusya Federasyonu ile Karadeniz üzerinden 25 yıllık Gaz Alım Anlaşması imzalandı.
Şubat 1998	Rusya Federasyonu ile Batı hattından 23 yıllık Gaz Alım Anlaşması imzalandı.
Mayıs 1999	Türkmenistan ile 30 yıllık Gaz Alım Anlaşması imzalandı.
Mart 2001	Azerbaycan ile 15 yıllık Gaz Alım Anlaşması imzalandı.
Mayıs 2001	İran'dan ilk gaz alımı gerçekleştirildi.
Mayıs 2001	4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu'nun Resmi Gazete de yayınlanması ile doğal gaz piyasasının liberalleşmesinde ilk adım atıldı.
Ekim 2002	BOTAŞ'ın da katılımı ile Viyana'da Nabucco Projesini gerçekleştirmek üzere BOTAŞ ile Bulgargaz, Transgaz, MOL ve OMV Erdgas arasında İşbirliği Anlaşması imzalandı.
Şubat 2003	Mavi Akım Doğal Gaz Boru Hattı'ndan gaz alınmaya başlandı.
Aralık 2003	Yunanistan ile 15 yıllık İhracat anlaşması imzalandı.

Mart 2004	BOTAŞ'a bağlı bir şehir dağıtım şirketi olan Eskişehir Gaz Dağıtım Şirketi (ESGAZ) Özelleştirme İdaresi Başkanlığı'nca özelleştirildi. BOTAŞ, Nabucco Projesini gerçekleştirmek üzere kurulan Nabucco Study Company Pipeline GmbH Şirketi'ne %20 hisse ile ortak oldu.
Nisan 2004	BOTAŞ'a bağlı bir şehir dağıtım şirketi olan Bursa Gaz Dağıtım Şirketi (BURSAGAZ) Özelleştirme İdaresi Başkanlığı'nca özelleştirildi.
Nisan 2004	Yunanistan'a Doğal Gaz ihraç etmek üzere 10 yıl süreli Doğal Gaz İhracat lisansı alındı.
Nisan 2005	Türkiye Doğal Gaz Ana İletim Hatlarını işletmek üzere BOTAŞ'a İletim Lisansı verildi.
Haziran 2005	Türkiye Yunanistan Doğal Gaz Hattı'nın yapımına başlandı.
Aralık 2005	BOTAŞ'ın sermayesi 1,83 Milyar YTL'ye yükseltildi.
Temmuz 2006	Mavi Akım Doğal Gaz Boru Hattı'nın resmi açılışı yapıldı.
Mart 2007	Bakû-Tiflis-Erzurum (Şahdeniz) Doğal Gaz Boru Hattı tamamlandı.
Nisan 2007	İlk kontrat devri anlaşması BOTAŞ, Gazprom ve Shell Enerji arasında imzalandı.
Kasım 2007	Türkiye'den Yunanistan'a ilk Doğal Gaz ihracatı yapıldı.
Aralık 2007	Doğal gaz boru hatlarımızın uzunluğu 9,798 km'ye doğal gaz arzı sağladığımız il sayısı 54'e ulaşmıştır.
Aralık 2008	Alman RWE firması 5 Şubat 2008'de 6. Ortak olarak Nabucco projesine katılmıştır.
Ocak 2009	2008 yılı sonu itibarıyla, doğal gaz arzı sağladığımız il sayısı 63'e ulaşmıştır.
Ocak 2010	2009 yılı sonu itibarıyla, doğal gaz boru hatlarımızın uzunluğu 11.332 km'ye doğal gaz arzı sağladığımız il sayısı 66'ya ulaşmıştır.
Aralık 2010	2010 yılı sonu itibarıyla, doğal gaz boru hatlarımızın uzunluğu 11.593 km'ye doğal gaz arzı sağladığımız il sayısı 67'ye ulaşmıştır.
Aralık 2011	<b>Yıl sonu itibarıyla, doğal gaz arzı sağlanan il sayımız 71'e ulaşmıştır.</b>
Aralık 2012	<b>Yıl sonu itibarıyla, doğal gaz boru hatlarımızın uzunluğu 12.290 km'ye ulaşmıştır.</b>

# DOĞAL GAZ ALIM ANLAŞMALARI

Mevcut Anlaşmalar	Miktar Milyarm <sup>3</sup> /yıl	İmzalanma Tarihi	Süre (Yıl)	Durumu
Cezayir (LNG)	4	14 Nisan 1988	20	Devrede
Nijerya (LNG)	1.2	9 Kasım 1995	22	Devrede
İran	10	8 Ağustos 1996	25	Devrede
Rus. Fed. (Karadeniz)	16	15 Aralık 1997	25	Devrede
Rus. Fed. (Batı)	8	18 Şubat 1998	23	Devrede
Türkmenistan	16	21 Mayıs 1999	30	-
Azerbaycan	6.6	12 Mart 2001	15	Devrede





# YILLAR İTİBARIYLA İTHAL EDİLEN DOĞAL GAZ MİKTARLARI (MİLYON M<sup>3</sup>)

YIL	MİKTAR	YIL	MİKTAR
1987	433,00	2000	14.822,00
1988	1.136,00	2001	16.368,00
1989	2.986,00	2002	17.624,00
1990	3.246,00	2003	21.188,00
1991	4.031,00	2004	22.174,00
1992	4.430,00	2005	27.028,00
1993	4.952,00	2006	30.741,00
1994	5.375,00	2007	36.450,00
1995	6.858,00	2008	37.793,00
1996	8.040,00	2009	33.619,00
1997	9.874,00	2010	32.466,00
1998	10.233,00	2011	39.723,00
1999	12.358,00	2012 (*)	43.092,00

\* Aralık ayı itibarıyla gerçekleşme miktarlarıdır.



## TANIMLAR

- **Gaz hacmi:** Gazın kapladığı hacim olarak tanımlanır. Birimi m<sup>3</sup>'tür. Gazın hacmi o andaki hal büyüklüklerine bağlıdır. Basınç sıcaklık ve nemin değişmesi durumunda kütle aynı olsa bile hacim değişmektedir.
- **Gazın normal hali:** Kuru haldeki gazın normal hali denildiğinde aşağıdaki büyüklükler anlaşılmaktadır.
- **Normal sıcaklık**  $T_n=273.15$  K
- **Normal basınç**  $P_n=101.325$  kPa veya N/m<sup>2</sup>



# TANIMLAR



**Gazın işletme hali:** İşletme sırasındaki gazın büyüklük değerleri, gaz sayacının bulunduğu ölçüm yerindeki veya brülör yada bekin bulunduğu tüketim yerindeki hal büyüklükleri ile tanımlanır. İşletme halindeki gazın durumunu gerçek sıcaklık, gerçek basınç ve nem büyüklükleri tanımlanmaktadır. Ancak gazın termik hesabı yapılırken ve faturalandırmada işletme halinden normal haline dönüşümü yapılmaktadır.

# TANIMLAR BASINÇ



- **Gaz basıncı:** Atmosfer basıncının üstündeki, ölçülen basınçtır.
- **Durgun basınç:** Durgun halde olan gazın basıncıdır.
- **Akış basıncı:** Akış halindeki gazın basıncıdır.
- **Şebeke basıncı:** Binalarda bağlantı hattındaki şebeke borularında bulunan basınçtır.
- **Alçak basınç:** 100 mbar basıncın altındaki işletme basıncıdır.
- **Orta basınç:** 100 mbar ile 1 bar arasındaki işletme basıncıdır.
- **İşletme basıncı:** İşletme halindeki basınçtır.

# TANIMLAR

- **İşletme basıncı:** Evlerdeki doğalgaz kullanımında, gaz tüketim cihazlarının ana bağlantı basıncı 20 mbar'dır. Bu durumda binanın gaz tesisatındaki toplam basınç kaybı, kabul edilebilen değeri (alçak basınç alanında en fazla 2.6 mbar'dır.) geçmemesi durumunda binaya ait ana vanadaki akış basıncı veya sayaç basınç regülatörünün çıkış basıncı yeterlidir.
- **Bağlantı basıncı:** Doğalgaz cihazının, gaz tesisatına bağlantı yerindeki akış basıncıdır.
- **Meme basıncı:** Hava karışımının olduğu brülörün, memesinden önceki akış basıncıdır.



# TANIMLAR

- **Yoğunluk:** Gaz kütlesini hacmine oranıdır(kg/m<sup>3</sup>).
- **İzafi (bağıl) yoğunluk:** Aynı sıcaklık ve basınçtaki gaz ile havanın yoğunluklarının oranıdır.
- $d = \rho_{G,n} / \rho_{H,n}$
- *İzafi yoğunluk gazın havadan ağır veya hafif olduğu hakkında fikir verir.*

# TANIMLAR

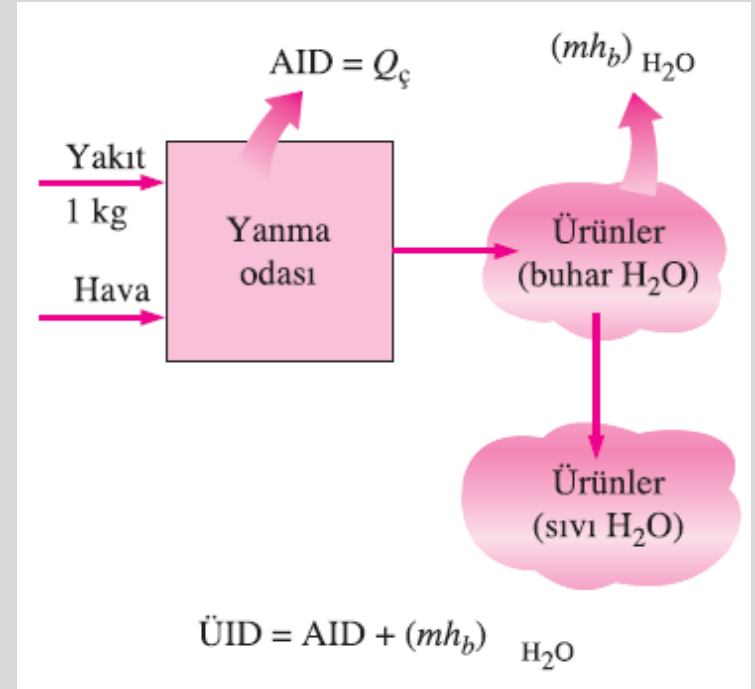
- **Normal şartlarda Üst ısı değeri ( $H_{ü,n}$ ):** Normal şartlarda 1m<sup>3</sup> gazın tam yanmasıyla açığa çıkan ısı miktarıdır. Yanma sonucu oluşan su sıvı haldedir.
- **İşletme şartlarında Üst ısı değeri ( $H_{ü,i}$ ):** İşletme şartlarında 1m<sup>3</sup> gazın tam yanmasıyla açığa çıkan ısı miktarıdır. Yanma sonucu oluşan su sıvı haldedir.
- **Normal şartlarda Alt ısı değeri ( $H_{a,n}$ ):** Normal şartlarda 1m<sup>3</sup> gazın tam yanmasıyla açığa çıkan ısı miktarıdır. Yanma sonucu oluşan su buhar haldedir.
- **İşletme şartlarında Alt ısı değeri ( $H_{a,i}$ ):** İşletme şartlarında 1m<sup>3</sup> gazın tam yanmasıyla açığa çıkan ısı miktarıdır. Yanma sonucu oluşan su buhar haldedir.

# TANIMLAR

**Isı değeri:** bir yakıt kararlı akım işleminde tamamen yandığında ve ürünler girdilerin haline döndüğünde ortaya çıkan ısı miktarı olarak tanımlanır

**(HHV) üst ısı değeri:** Isı değeri ürünlerde bulunan suyun *fazına* bağlıdır. Ürünlerdeki su sıvı halde olduğunda ısı değerine **üst ısı değeri** denir.

**(LHV) alt ısı değeri:** ürünlerdeki su buharfazında ise **alt ısı değeridenir**



$$\text{Isı değeri} = |h_c| \quad (\text{kJ/kg yakıt})$$

$$\dot{U}ID = AID + (mh_b)_{H_2O} \quad (\text{kJ/kg yakıt})$$

Burada  $m$ , birim kütledeki yakıt başına ürünlerdeki suyun kütlesi, ve  $h_{fg}$  belli bir sıcaklıkta suyun buharlaşma entalpisidir.

## 1.12. Wobbe Sayısı ( $W_{\ddot{u},n}$ , $W_{a,n}$ ) ve Gazların Sınıflandırılması

Wobbe sayısı, ısı yüküne göre gazın değişebilir özelliğini belirten bir tanıma sayısıdır. Gazın normal alt ve üst ısıl değerine bağlı olarak iki ayrı Wobbe sayısı tanımlanmaktadır. Üst ısıl değere göre Wobbe sayısı  $W_{\ddot{u},n}$ ,

$$W_{\ddot{u},n} = \frac{H_{\ddot{u},n}}{\sqrt{d}} \quad (\text{kWh/m}^3), (\text{MJ/m}^3) \quad (3)$$

ifadesiyle hesaplanmaktadır.

Alt ısıl değere göre wobbe sayısı ise  $W_{a,n}$ ,

$$W_{a,n} = \frac{H_{a,n}}{\sqrt{d}} \quad (\text{kWh/m}^3), (\text{MJ/m}^3) \quad (4)$$

ifadesiyle hesaplanmaktadır.

Aynı Wobbe sayısına sahip olan gazlar, aynı gaz ailesinde bulunmaktadırlar. Bu durumda aynı hal büyüklüklerinde, aynı meme çapı ile brülörde eşit miktarda ısı yükü vereceklerdir. Uygulamada Wobbe sayısı meme basıncı ve brülörün ısı yükünün ayarlanmasında kullanılmaktadır.

Gaslar Wobbe sayısına göre 4 sınıfa ayrılmışlardır. Bu sınıflandırma aşğıdaki çizelgede verilmektedir:

Gaz Ailesi	Wobbe Sayısı (kWh/m <sup>3</sup> )	rnek Gaz
1. Gaz ailesi	6.6 - 8.7	Hava gazı
2. Gaz ailesi	11.46 - 16.1	Doğal gaz
3. Gaz ailesi	21.5 - 26.7	LPG
4. Gaz ailesi	8.7 - 11	Biogaz

*Çizelge 1. Gazların wobbe sayısına göre sınıflandırılması.*

### 1.13. Isı Gücü

Isı gücü, taşıyıcı akışkana (su, buhar veya hava) bir ısı üreticisi tarafından birim zamanda aktarılan yararlı ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Birimi kW' tır

### 1.14. Anma Isı Gücü

Anma ısı gücü, belirli bir yakıt için TS 4040'da verilen şartları sağlayacak şekilde, ısı üreticisinden ısı taşıyıcı akışkana sürekli olarak aktarılan ısı miktarıdır. Bu değer imalatçı firma tarafından ısı üreticisinin etiketinde yer almaktadır. Birimi kW'tır.



### 1.15. Doğal Gazın Fiziksel Büyüklükleri ve Yanma Değerleri

		Birim	L. Grubu	H Grubu
Hacimsel Gaz Bileşimi :	CH <sub>4</sub>	%	82.0	85.4
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	%	3.3	8.0
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	%	0.6	2.9
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> <sup>+</sup>	%	0.3	1.0
	N <sub>2</sub>	%	12.6	0.7
	CO <sub>2</sub>	%	1.2	2.0
zafiyet oranı (Hava = 1)	d		0.65	0.66
Normal Yoğunluk	$\rho_n$	Kg/m <sup>3</sup>	0.84	0.85
Üst Isıl Değer	H <sub>o,n</sub>	kWh/m <sup>3</sup>	10.0	12.20
		MJ/m <sup>3</sup>	36.0	43.92
		Mcal/m <sup>3</sup>	8.6	10.49
Alt Isıl Değer	H <sub>u,n</sub>	kWh/m <sup>3</sup>	9.03	11.04
		MJ/m <sup>3</sup>	32.51	39.74
		Mcal/m <sup>3</sup>	7.77	9.49
Alt ısıl değer	H <sub>u,n</sub>		0.903	0.905
Üst ısıl değer oranı	H <sub>o,n</sub>			
Wobbe $\frac{H_{o,n}}{\sqrt{d}}$	W <sub>o</sub>	kWh/m <sup>3</sup>	12.4*	15.0*
		MJ/m <sup>3</sup>	44.6	54.0
		Mcal/m <sup>3</sup>	10.7	12.9
Havadaki Gaz Oranına Göre, % Ateleme Sınırı	Z <sub>n</sub> , Z <sub>o</sub>	%	5 - 15	5 - 15
Hava ile Karışım Halinde Ateleme Sıcaklığı	t <sub>z</sub>	°C	640	640
Gaz Miktarına Bağlı Yanma Değerleri ( $\lambda = 1$ )				
Gerekli Yanma Havası		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	8.6	10.5
Baca Gazı (ya)		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	9.6	11.6
Baca Gazı(kuru)		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	7.9	9.5
Hacimsel Baca Gazı Bileşimi (ya)	CO <sub>2</sub>	%	9.6	10.0
	H <sub>2</sub> O	%	18.4	18.3
	N <sub>2</sub>	%	72.0	71.7
Hacimsel Baca Gazı Bileşimi (kuru)	CO <sub>2</sub>	%	11.8	12.3
	N <sub>2</sub>	%	88.2	87.7
Alev Sıcaklığı (Ayrı malı)		°C	1930	1940

### 1.16. Baca Gazı Kaybı

Baca gazı kaybı, baca çıkışıındaki gazın enerjisi  $Q_{bg}$ 'nin yakıtın normal alt ısı de eri  $Q_{a,n}$ 'ye oranı olarak tanımlanmaktadır.  $\eta_{bg}$  olarak gösterilen baca gazı kaybı,

$$\eta_{bg} = \frac{Q_{bg}}{Q_{a,n}} \quad (5)$$

ifadesiyle belirtilmektedir.

### 1.17. Yanma Verimi

Yanma verimi, baca gazı kaybı dışında kalan kısım olarak tanımlanabilir.  $\eta_y$  olarak gösterilen yanma verimi,

$$\eta_y = 1 - \eta_{bg} \quad (6)$$

ifadesiyle belirtilmektedir.

### 1.18. Gaz Tesisatı

Ana emniyet vanasından baca gazı çıkışı kısmına kadar olan tesisatın tümü gaz tesisatı olarak adlandırılır. Gaz tesisatı; boru tesisatı, gaz tüketim cihazları ve bacayı kapsar.

### 1.19. Ana Emniyet Vanası

Bir veya birkaç binanın gaz girişini kontrol eden ve binanın bantı hattının sonuna yerleştirilen vanaya verilen isimdir. Binaya verilen gazın tamamen kesilebilmesini sağlamak

amacıyla bantı hattı sonuna yerleştirilir.

Musluk, sürgülü vana veya küresel vana şeklinde olabilir.

### **1.20. Basınç Regülatörü**

Tesisatta basıncın kontrolü için kullanılan elemanlara basınç regülatörü denir. ebeke gaz basıncının tüketim cihazları kullanma basıncına indirgeyen cihazlardır.

### **1.21. İç Tesisat Hattı**

Ana emniyet vanasından sonra tüketim cihazlarına kadar olan tesisatın tamamıdır. Dağıtım, düşey kolon, tüketim, ayırım ve cihaz bağlantı hatlarından oluşabilir.

### **1.22. Dış Tesisat Hattı**

Ana emniyet vanasından önce binanın dışındaki tesisatın tamamıdır. Toprak altında veya toprak üstünde döşenebilir.

### **1.23. Dağıtım Hattı (Kolon Hattı)**

Ana emniyet vanasından sonra gaz sayacının giriş noktasına kadar düşey veya yatay olarak yerleştirilen boru hattıdır.

### **1.24. Düşey Kolon Hattı**

Katlar arası düşey olarak çekilen tesisat bölümüdür.

### **1.25. Tüketim Hattı**

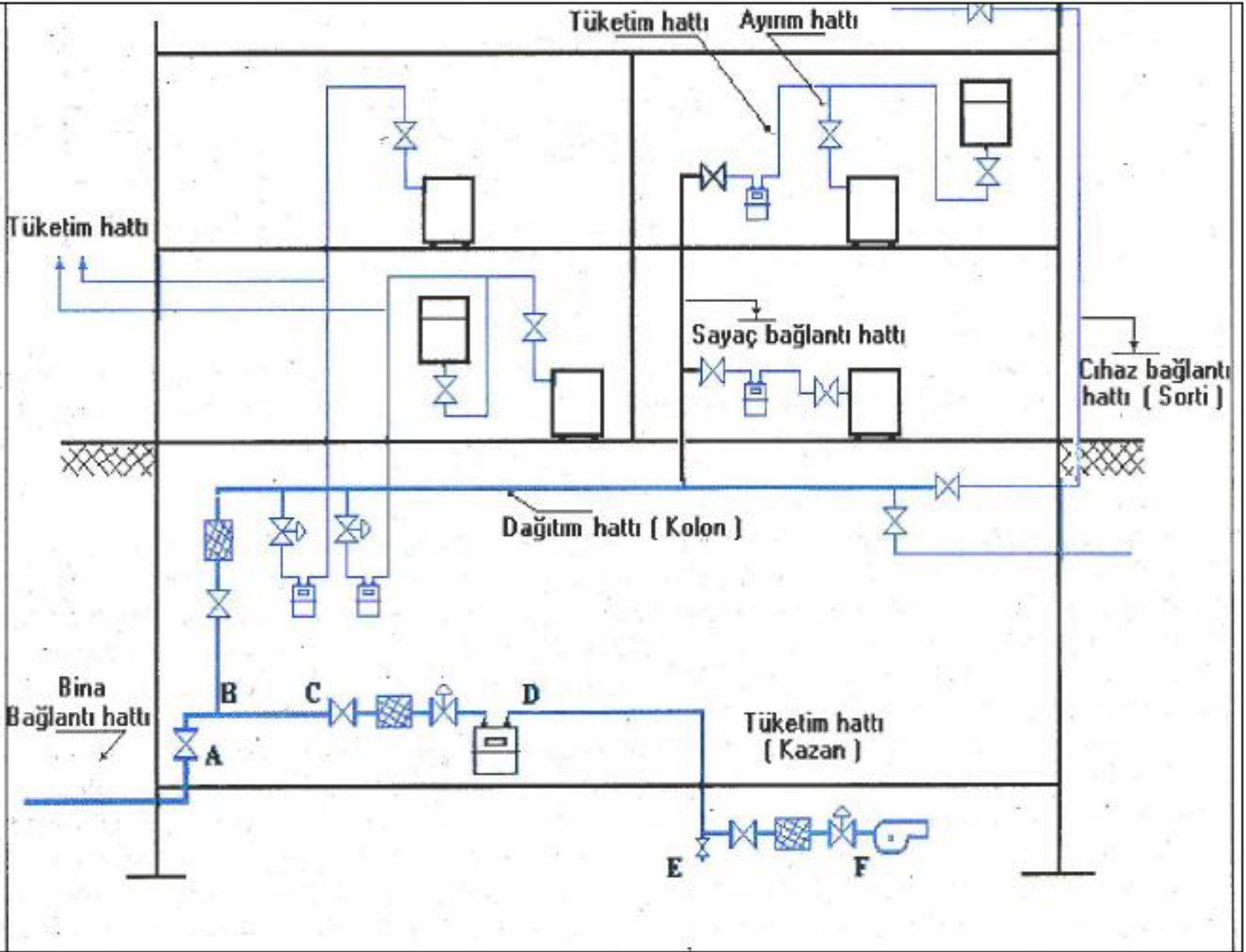
Gaz sayacı ile en son ayırım (sorti) hattı arasında kalan kısımdır. Tüketim hattı sayaçtan gazın geçtiği tesisat bölümüdür.

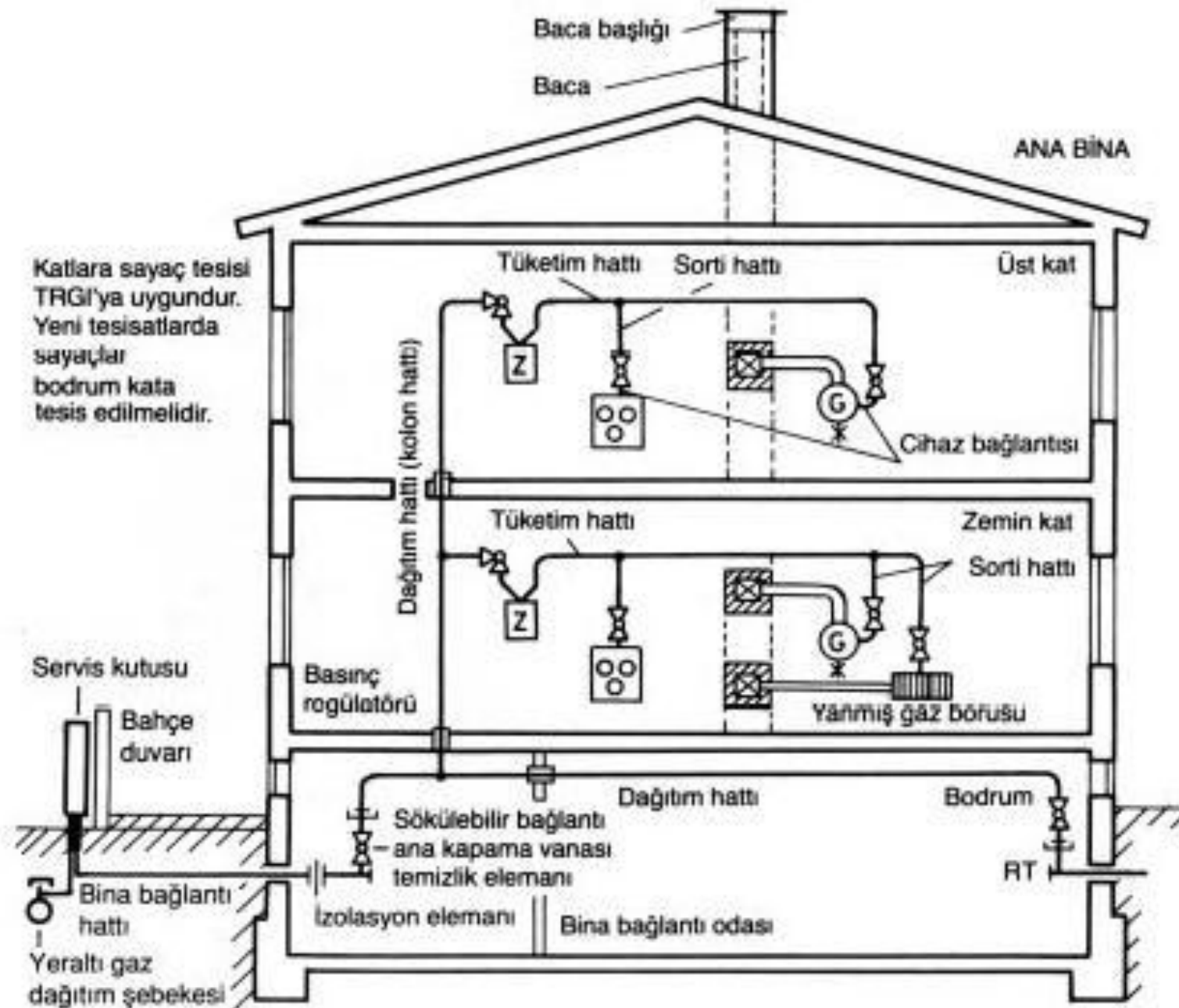
### **1.26. Ayırım (Sorti) Hattı**

Sadece bir cihaza gaz veren ve tüketim hattı ile cihaz bağlantı vanasına (sorti musluğu) kadar olan tesisat bölümüdür.

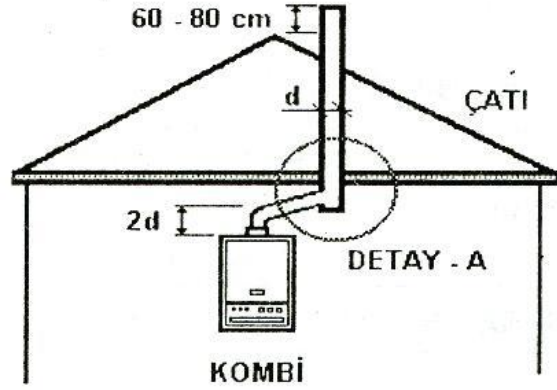
### **1.27. Cihaz Bağlantı Hattı**

Cihaz bağlantı hattı, cihaz bağlantı vanası ile cihaz bağlantısı arasında kalan tesisat bölümüdür.

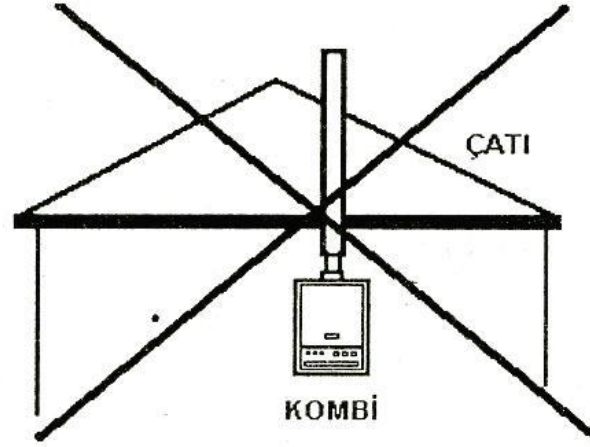




## DOĞRU BAĞLANTI

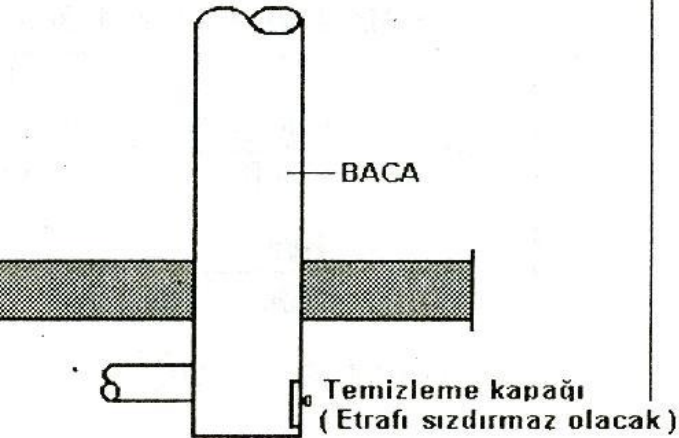


## YANLIŞ BAĞLANTI

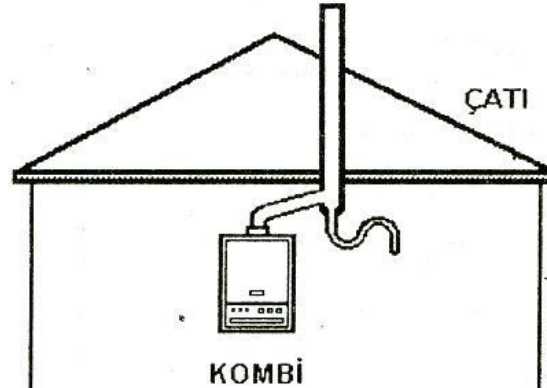


Konulacakları hacimlerin büyüklüğü ne olursa olsun bu tip cihazlar balkon, yatak odası, banyo, wc gibi yerlere konulamazlar. Bu tip cihazların buldukları mahalde dış atmosfere açık havalandırma menfezi (ventilasyon) bulunmalıdır.

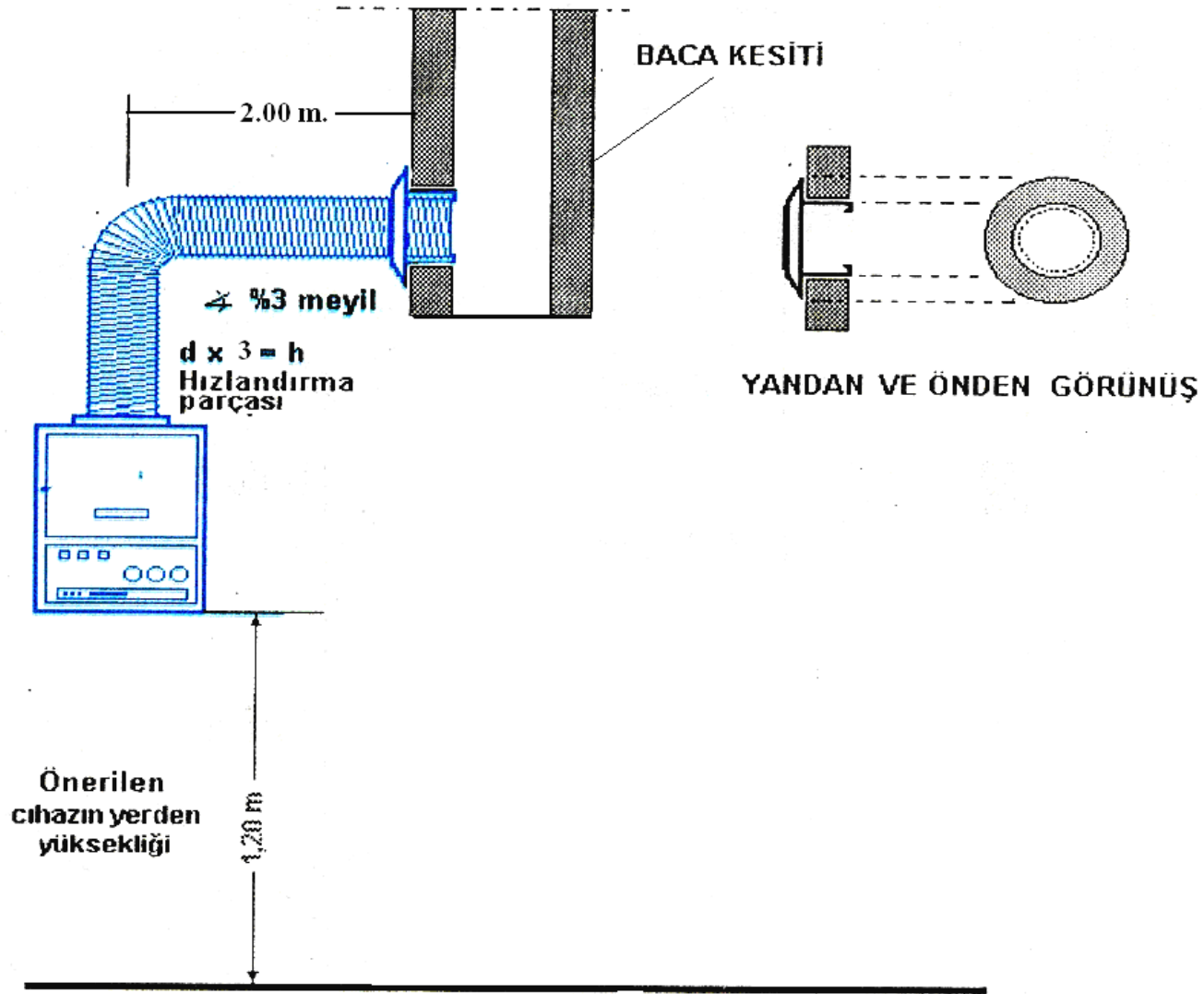
## DETAY - A



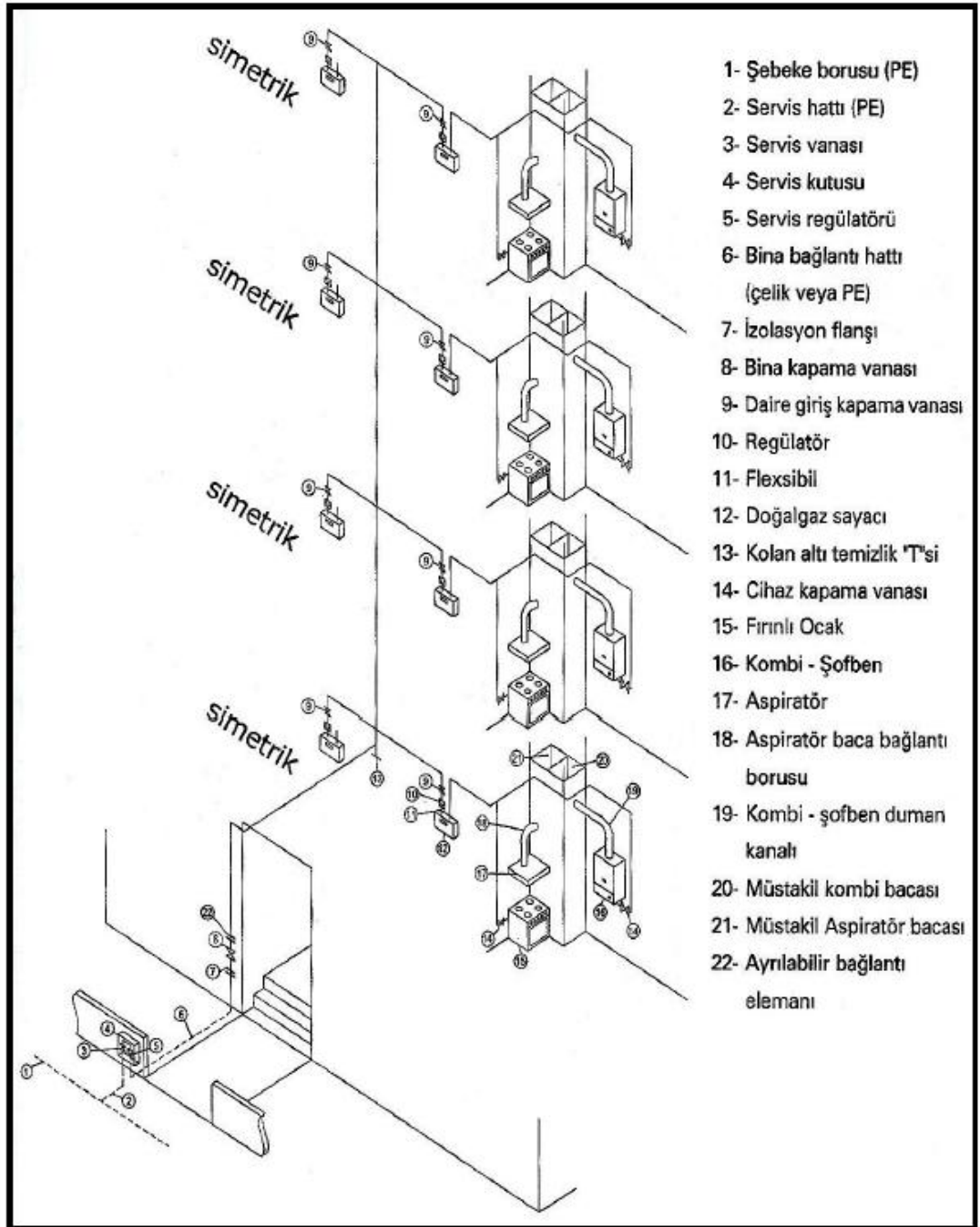
## ÇELİK ÖZEL BACA



**Değişik baca bağlantıları**



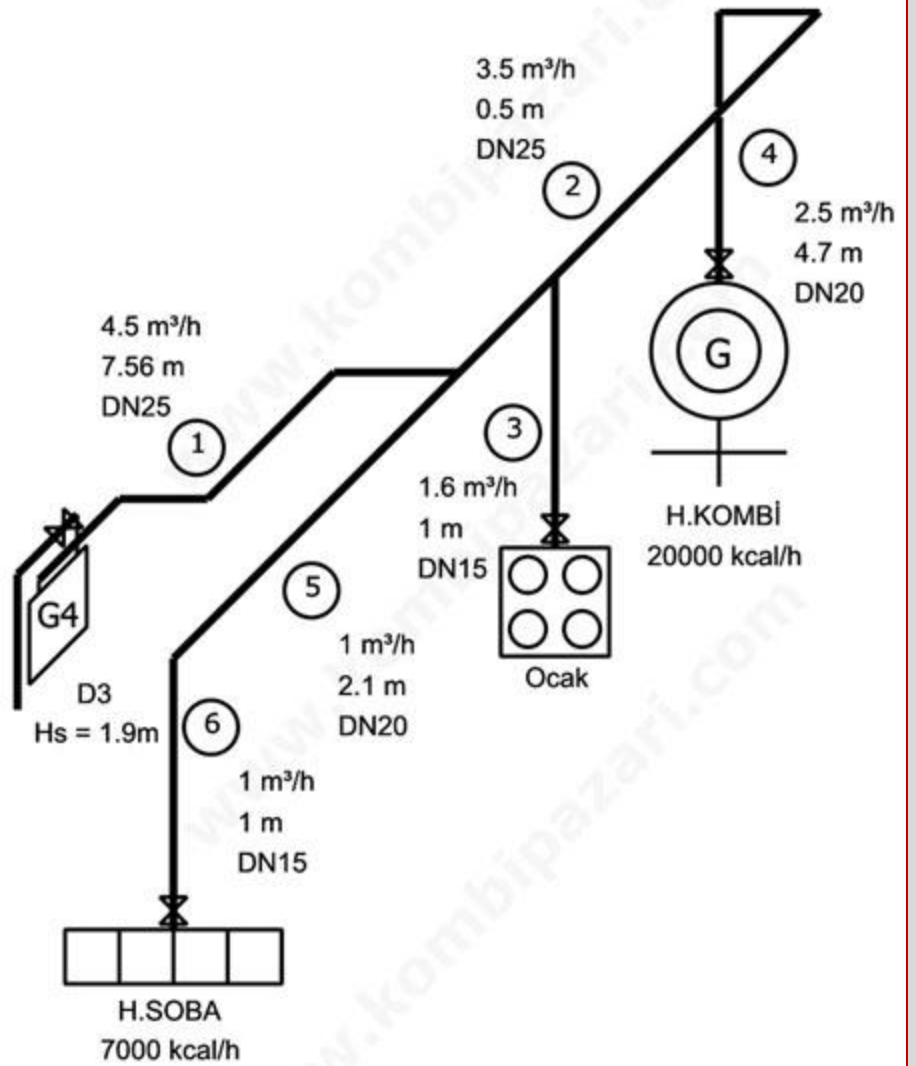
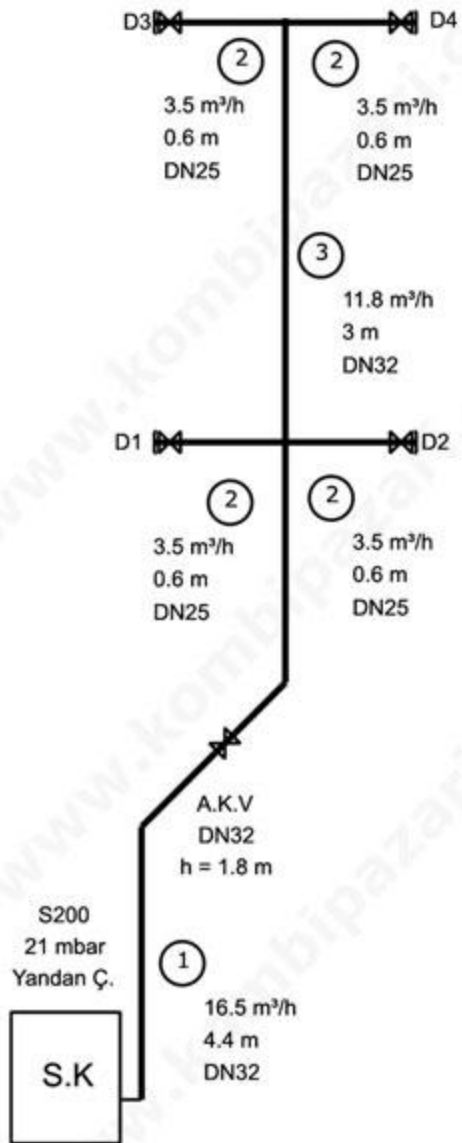
Bacalı kombi bağlantı detayı



Bina bağlantı tesisatının tipi, sayısı ve şekli tamamen gaz dağıtım şirketi tarafından belirlenir ve yapılır. Servis hattı olarak isimlendirilen bağlantı hattı, ana gaz dağıtım şebekesini müşteri iç tesisatı ile birleştiren hattır. Servis hattı; bina dışındaki vana bağlantısı, izolasyon parçası, ana vana ve regülatör kutusunu kapsar.

**Binadaki doğalgaz elemanlarının konumu**





	Hava gazı	Tüp gaz (LPG)	Doğal gaz
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	0,56	2,59	0,76
Isıl değer [MJ/m <sup>3</sup> (kcal/m <sup>3</sup> )]	19,45 (4.650)	114,72 (27.445)	35,86 (8.580)
Zehirlilik	Zehirli	Zehirli	Zehirsiz
Patlama aralığı (%)	5 - 30	1,5 - 9	5 - 15
Yanma hızı (m/s)	1	0,48	0,43

**Tablo 4. DOĞAL GAZIN EVSEL KULLANIMDA DİĞER GAZLARLA KARŞILAŞTIRILMASI**

	Kömür	Fuel oil	Doğal gaz
Karbon oranı (%)	77,4	84,58	73,98
Hidrojen oranı (%)	1,4	10,90	24,57
Kükürt oranı (%)	1,0	4,00	-
Kül oranı (%)	8,0	-	-
Nem oranı (%)	7,0	-	-
Isıl değeri [kJ/kg (kcal/kg)]	29.600 (7.080)	39.220 (9.380)	49.085 (11.780)
Baca gazındaki buhar oranı (%)	1,8	8,1	16,9
Baca gazındaki SO <sub>2</sub> oranı (ppm)	1,644	5,5	-
Baca gazı su çığ noktası (°C)	35	49	56
Ocak yükü (KJ/m <sup>3</sup> h)	0,4 - 1,2 . 10 <sup>6</sup>	1,2 - 3,1 . 10 <sup>6</sup>	1,6 - 4 . 10 <sup>6</sup>
Ocak sıcaklığı yaklaşık (°C)	900	1200	1500
Teorik özgül hava miktarı	6,3 Nm <sup>3</sup> /kg	10,4 Nm <sup>3</sup> /kg	9,3 Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Gerçek özgül hava miktarı	10,1 Nm <sup>3</sup> /kg	13,0 Nm <sup>3</sup> /kg	10,3 Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Teorik özgül duman miktarı	6,7 Nm <sup>3</sup> /kg	10,8 Nm <sup>3</sup> /kg	10,7 Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Gerçek özgül duman miktarı	10,5 Nm <sup>3</sup> /kg	13,4 Nm <sup>3</sup> /kg	11,6 Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Hava fazlalığı	1,4 - 2,0	1,2 - 1,3	1,05 - 1,1
Alev ışınım katsayısı	0,55 - 9,8	0,45 - 0,8	0,3 - 0,5

**Tablo 5. DOĞAL GAZIN ISITMADA KULLANIMDA DİĞER YAKITLARLA KARŞILAŞTIRILMA**

# LİKİT PETROL GAZI (LPG) ve DOĞALGAZ (CNG) BİLGİSİ



## 1.1. Tanımları:

LPG (Liquified Petroleum Gase : Sıvılaştırılmış Petrol Gazı); Petrolün damıtılması ve parçalanması esnasında elde edilen ve sonradan basınç altında sıvılaştırılan başlıca propan, bütan ve bunların izomerleri gibi hidrokarbonlar veya bunların karışımıdır.

DOĞALGAZ (CNG: Compressed Natural Gase: Sıkıştırılmış Doğal Gaz); Petrolün oluşumuna benzer şekilde; Yeryüzünün alt katmanlarındaki organik maddelerin zamanla bakterileşmesi, krojenleşme ve ışıl ayrışması sonucu oluşan , çoğunluğu metan ( $CH_4$ ) olmak üzere, Etan ( $C_2H_6$ ) ve çeşitleri hidrokarbonlardan oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır.

LPG çoğunlukla ham petrolün rafinasyonu esnasında elde edilir. Basınç altında sıvılaştırılarak tüplere doldurulur, tankerlerle taşınır. Türkiye şartlarına göre % 30 propan ve % 70 bütan karışımı olarak üretilir. Renksiz ve kokusuzdur. Bir kaçak olduğunda % 1 lik konsantrasyonunun fark edilebilebileceği şekilde içine pis koku veren merkaptan katılır.

LPG sıvı halde sudan yaklaşık iki kat hafif, gaz halde havadan iki kat ağırdır. Gaz kaçağı olduğunda alta çöker. Aşağıdan süpürülerek tahliye edilmelidir. Bir litre LPG gaza dönüştüğünde ~300 litre yer kaplar. Isıl değeri  $23600 \text{ kcal/m}^3$  dür, ~% 90 verimle yakılabilir, ~24 kat hava ile yanar. Tutuşma sıcaklığı  $530 \text{ }^\circ\text{C}$  dır. Alt Patlama Sınırı (LEL): % 2,1 Üst Patlama Sınırı (UEL): % 9,6 dır.

DOĞALGAZ yeraltından doğal olarak çıkar. Basınç altında borularla ulaştırılır. Ayrıca deniz yolu ile nakil için  $-160 \text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklıkta sıvılaştırılır. Türkiye’de kullanılan Doğalgazın bileşimi % 90 Metan, % 5 Etan ve % 5 de diğer gazlar şeklindedir. Çoğunluğunu Metan gazı oluşturduğu için tamamen Metan gibi davranır. Renksiz ve kokusuzdur. Bir kaçak olduğunda % 1 lik konsantrasyonunun fark edilebilebileceği şekilde içine pis koku veren Tetra Hidro Teofen katılır.

DOĞALGAZ havadan yaklaşık iki kat daha hafiftir. Gaz kaçağı olduğunda yukarı yükselir. Yukarıdan süpürülerek tahliye edilmelidir. Bir litre LPG gaza dönüştüğünde ~600 litre yer kaplar. Isıl değeri 8250 kcal/m<sup>3</sup> dür. ~10 kat hava ile yanar. Tutuşma sıcaklığı 704 °C dir. Alt Patlama Sınırı (LEL): % 5 Üst Patlama Sınırı (UEL): % 15 dir.

LPG tüpleri doldurulurken tüp içinde hacmi yaklaşık % 15'i kadar bir genişleme payı bırakılır. Bırakılan boşluk buharlaşan gazla dolar ve kullanılan gaz bu kısımdan çekilir. Bu nedenle tüpler daima dik durumda tutulmalıdır. Gaz çıkışı valf ve regülatörlerle kontrol edilir.

LPG yangınları toplam yangınların % 6' sını oluşturmakta fakat toplam ölümlerin % 25' ine ve toplam yaralanmaların % 55 ' ine sebep olmaktadır.

	<b>LPG</b> LIQUFIED PETROLEUM GASE	<b>DOĞALGAZ</b> COMPRESSED NATURAL GASE
<b>BİLEŞİMİ</b>	%30 PROPAN %70 BÜTAN	%90 METAN %5 ETAN %5 DİĞER
<b>ÜRETİM</b>	PETROL RAFİNERİLERİ	YERALTINDAN DOĞAL OLARAK
<b>TAŞINMA</b>	TÜPLERLE	BORULARLA
<b>YETERLİ ISI KAYNAĞI</b>	KIVILCIM	KIVILCIM
<b>YETERLİ OKSİJEN</b>	% 12	% 12
<b>YANMA ŞEKLİ</b>	PATLAMA (C türü)	PATLAMA (C türü)
<b>SÖNDÜRME MADD.</b>	KKT,CO2, HALON ALTERN.	KKT,CO2, HALON ALTERN.
<b>TOKSİDİTE</b>	ZEHİRSİZ	ZEHİRSİZ
<b>KOKU</b>	KOKUSUZ [+ Merkaptan]	KOKUSUZ [+ THT]
<b>PATLAMA LİMİTLERİ [%]</b>	2,3 - 9,6	5 - 15
<b>YOĞUNLUK [GAZ] [Hava = 1]</b>	~2	0,58
<b>GEREKEN HAVA [V/V]</b>	23,8	9,75
<b>GAZ/SIVI ORANI [V/V]</b>	300	600
<b>ALGILAMA</b>	% 1 'lik konsantrasyon için	kokulandırılmıştır
<b>KAÇAK DURUMU</b>	Kaçak farkedildiğinde sigara	içilmez, kıvılcım çıkartılmaz
<b>TAHLİYE</b>	TABANDAN SÜPÜRME	TAVANDAN SÜPÜRME
<b>SÖNDÜRME</b>	BOĞMA, Islak bez, KKT vs ile	oksijensiz bırakılarak söndürülür
<b>SÖNDÜRME</b>	Kaçığı kapatamıyorsanız	söndürmeyin
<b>DİĞER TEDBİRLER</b>	TÜPLER DİK DURMALI	VANALARLA KONTROL
<b>DİĞER TEDBİRLER</b>	Hortumlar Max: 1,5 m ve 3 yıl	Aydınlatma yan taraftan
<b>DİĞER TEDBİRLER</b>	Yakıldıkları yerlerde sürekli	temiz hava girişi olmalı

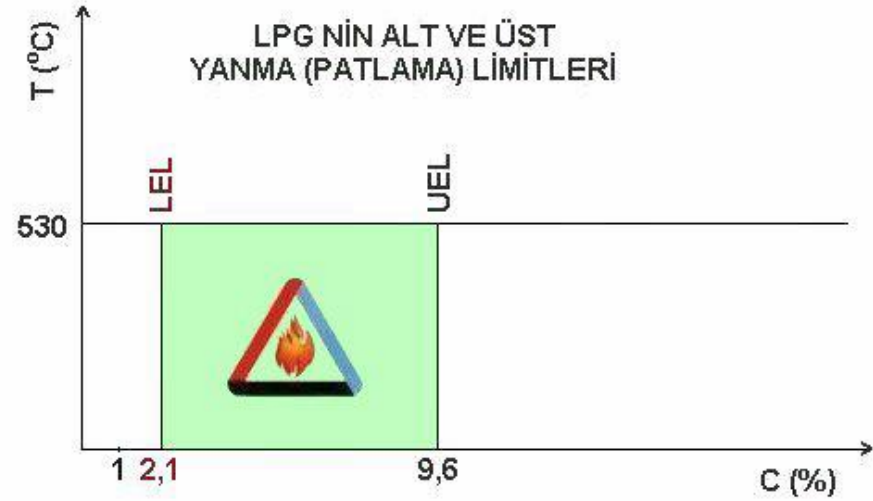
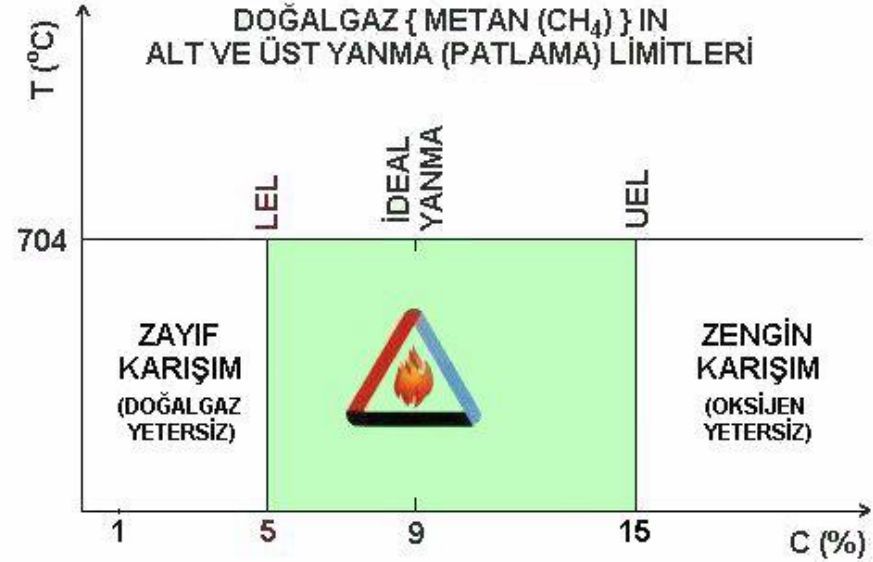
Tablo 8.1: LPG ve DOĞALGAZ ın Karşılaştırmalı Özellikleri

### **1.3. Önemli Özellikleri ve Tehlikeleri:**

**1.3.1. Oksijen Oranını Azaltmaları:** Gazlar özellikle kapalı hacimlerde birçok açıdan risk oluştururlar. Bunların başında ortamda biriktiklerinde  $O_2$  in oranını azaltarak boğularak ölüme neden olmaları gelir. LPG kaçağı tabandan itibaren, Doğalgaz kaçağı tavandan itibaren birikecek Oksijenin oranını azaltacaktır. İnsanın soluyabileceği alt sınır olan % 17 nin altına inildiğinde hayati tehlike söz konusu olur.

**1.3.2. Oksijen Tüketmeleri:** LPG yaklaşık 24 kat, Doğalgaz 10 kat hava tüketerek yanar. Dolayısıyla kapalı hacimlerde kısa süre sonra Oksijen tehlikeli seviyeye düşer. Banyo gibi küçük hacimlerde bu hız daha fazladır. Bu nedenle bu gaz yakıtların yakıldıkları yerlerde mutlaka sürekli temiz hava girişi sağlanmalıdır. Doğalgaz sistemleri için menfez mutlak şart olarak istenmektedir. Halbuki yaklaşık 2,5 kat daha fazla Oksijen tüketen LPG için bilgi ve önlem boşluğu vardır. LPG li şofben kullanılan banyolar ve LPG li katalitik soba kullanılan odalar tehlike altındadır.

# Doğalgaz ve LPG'nin Yanma (Patlama) Oranları





**1.3.3. Alt ve Üst Patlama Sınırları:** Yanmakta olan gaz patlamaz. Kapalı hacimde bütün yanıcı gazlar alt ve üst patlama sınırları arasındaki oran kadar biriktiğinde en ufak bir kıvılcımla ~10 lık bir basınçla patlarlar. Basınç; yanma tepkimesinden çıkan ürünlerin girenlerden fazla olması ve ortam sıcaklığından 600 – 700 °C sıcaklığa ani olarak çıkmaları sebebi ile oluşmaktadır. Buna kimyasal patlama denir. LPG patlaması diye duyulan olayların

büyük çoğunluğu bu patlamadır. Tüp parçalanması az görülür. Yemeğin taşması ile sönen ocaktan sızan gazın yeterli miktarda biriktiğinde tekrar yakılmak için çakılan çakmakla patlaması sık karşılaşılan bir durumdur. Ayrıca mutfak tipi tüplerin kauçuk hortumları TS 2179 a göre 3 yıldan fazla kullanılmaması gerektiği halde ne satıcılar tarafından ve ne de tüketiciler tarafından bilinmemektedir. Hortumlar sertleşip yarılmakta ve sızan gaz felaketlere sebep olmaktadır. Hortumlar LPG nin buharlaşma entalpisi nedeniyle soğumasından dolayı deforme olmaktadır ve en çok 3 yılda bir değiştirilmelidir.

**1.3.4. Basınçlı kap patlaması:** Gazlar basınçlı kaplarda taşınır. Basınçlı kabın iç basıncı çeperin dayanabileceği basıncı aştığında en zayıf yerinden yarılıp, karşı istikamete fırlayacak şekilde patlar. Buna fiziksel patlama denir. İçinde yanıcı gaz olsun olmasın bütün tüplerde fiziksel patlama tehlikesi vardır. Çoğu tüplerde emniyet valfi vardır. Basınç arttığında valf açılır ve gaz boşalır. Bu taktirde yukarıda anlatılan Oksijen oranını azaltma ve kimyasal patlama tehlikelerine sebebiyet verebilir. Piknik tüplerinde ise emniyet valfi olmadığından sıcaklığın artışı ile fiziksel patlama kaçınılmazdır. Sıvılaştırılmış gaz bulunan tüplerde sıvı miktarı ne kadar fazla ise patlama riski o kadar azdır. Bu nedenle boş tüp dolu tüpten daha tehlikelidir. Tüpler direkt Güneş ışığına maruz bırakılmamalı, aşırı sıcak ortamda tutulmamalıdır. Piknik tüplerinin üzerine çapı büyük kazan konulmamalıdır.

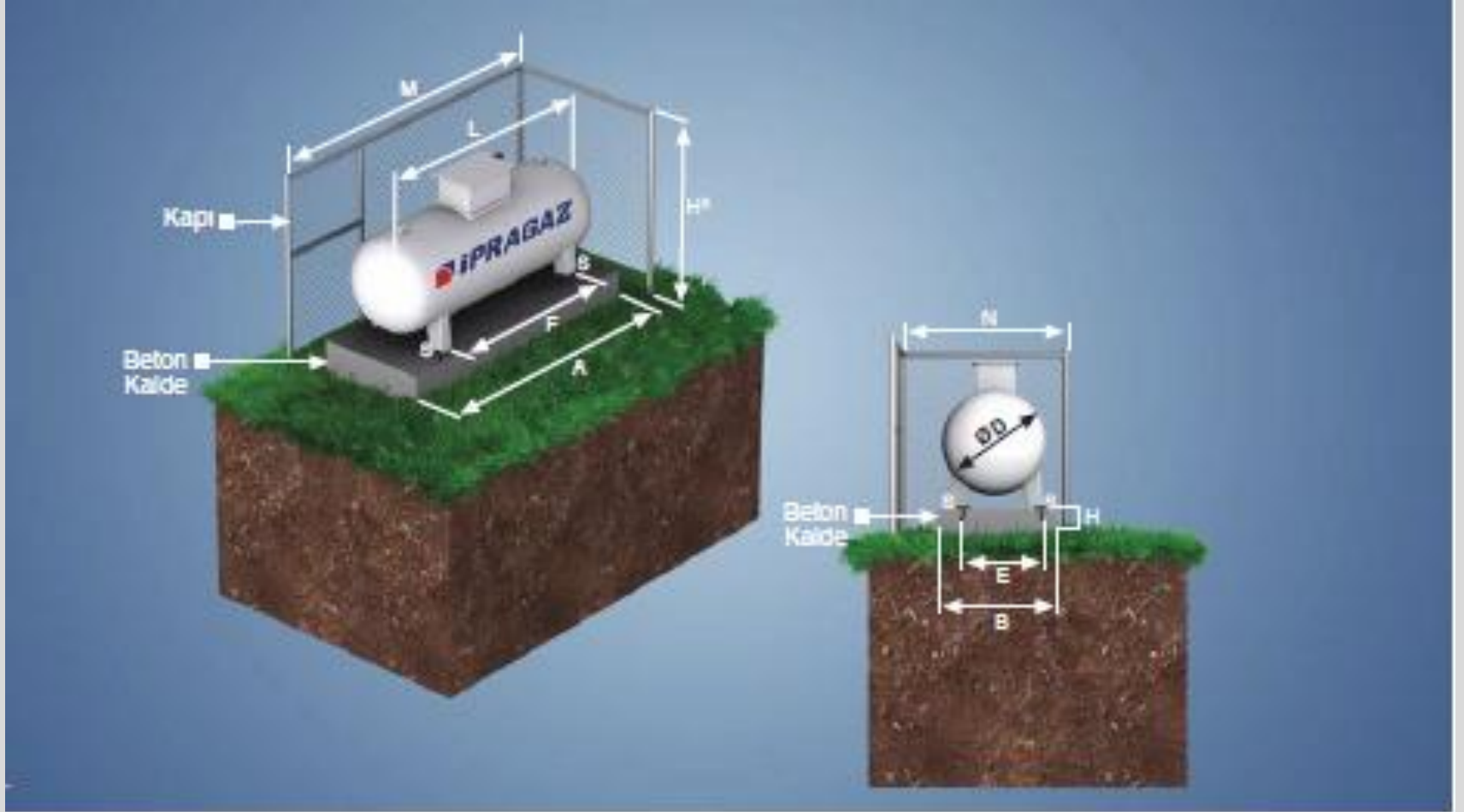
# LPG TANKLARI YERLEŐTİRME KURALLARI

Sistem LPG tankları yerleőtirilirken, emniyet mesafeleri mutlaka uygulanmalıdır. AŞağıda emniyet mesafeleri için dikkate alınması gereken referans noktaları verilmiŐtir.

- Mevcut bina duvarı
- Kamu kullanımına açık yollar
- KomŐu arsa sınırı
- Toprak seviyesi altındaki hacimler (kuyu, kanal gibi)
- Yanıcı maddeler
- Havalandırma menfezi



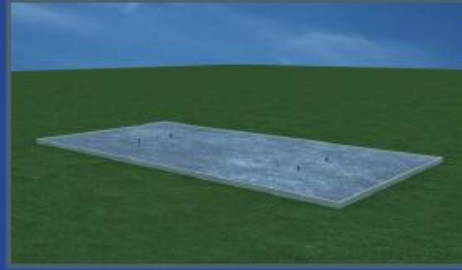
# TOPRAK ÜSTÜ YERLEŐTİRME



# Toprak ustü tank uygulamalarda yapılması gerekenler.

1-2

Projeye uygun tank zemin betonunun atılması ve ankraj için uygun saptlamaların konulması



3

Yer altı gaz boru tesisatı için projesine uygun kanal kazılması, kum temini ve kanalın kapatılması



4

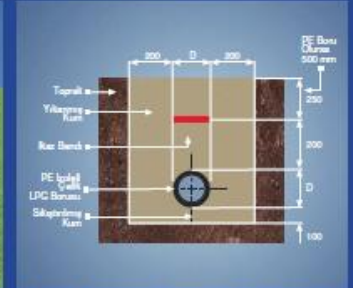
Montaj için gerekli su, elektriğin sağlanması ve gerekirse teleskobik vinç temin edilmesi



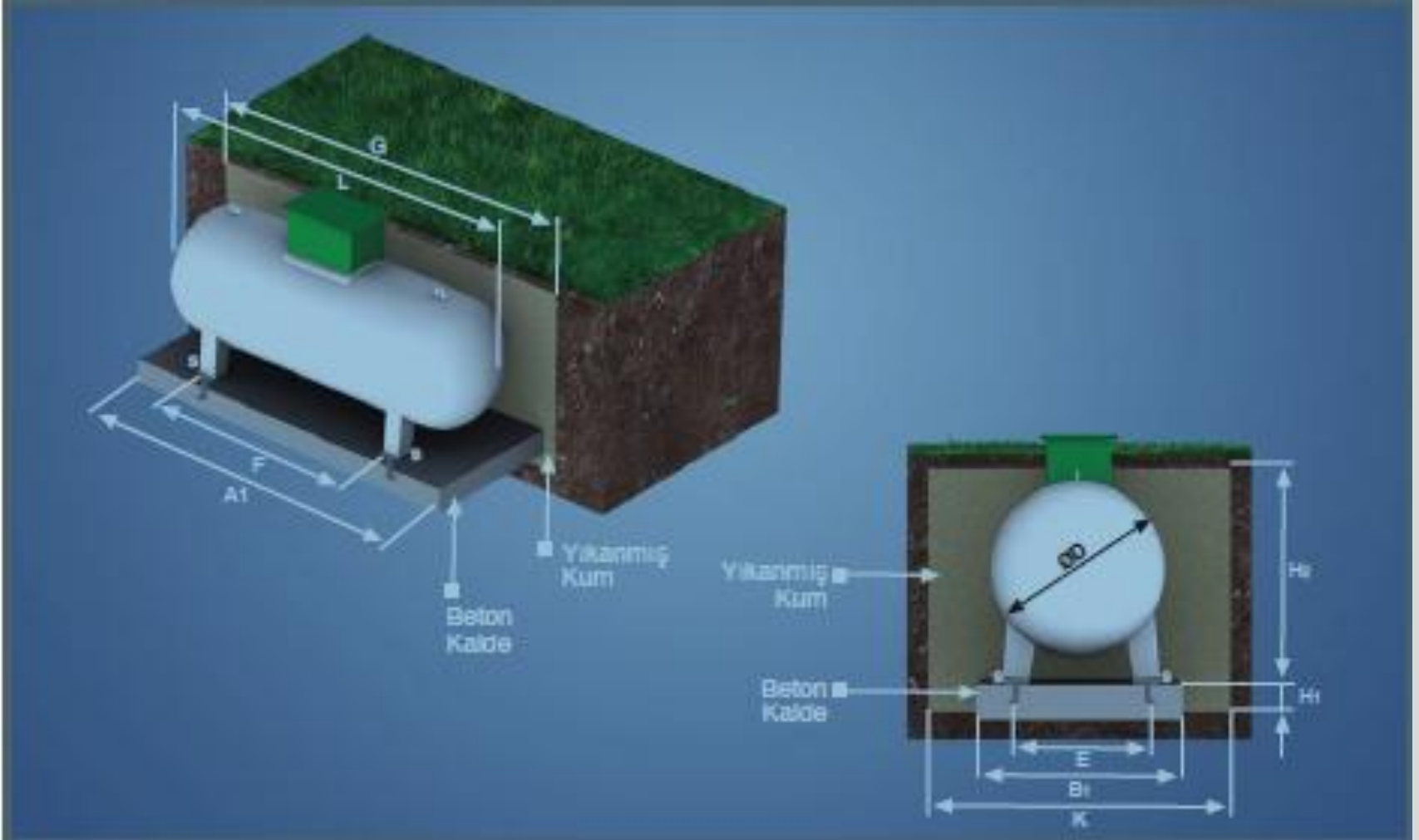
5

Tank sahasının projeye uygun tel çitle çevrilmesi, 1 adet kapı yapılması

Tel çit dışında 2 adet 6 kg'lık kuru tozlu TS 862'ye uygun yangın söndürme tüpünün bulundurulması



# TOPRAKALTI YERLEŐTİRME



# Toprak altı tank uygulamalarda yapılması gerekenler

1

Projeye uygun tank zemin betonunun atılması ve ankraj için uygun saplamaların konulması



2

Yer altı gaz boru tesisatı için projesine uygun kanal kazılması, kum temini ve kanalın kapatılması



3

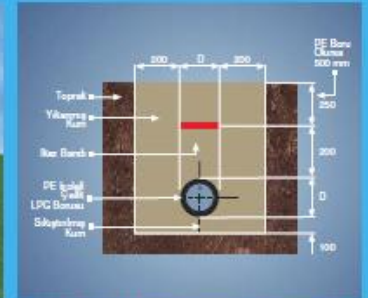
Montaj için gerekli su, elektriğin sağlanması ve gerekirse teleskobik vinç temin edilmesi



4

Tank sahasının projeye uygun tel çit ile çevrilmesi, 1 adet kapı yapılması

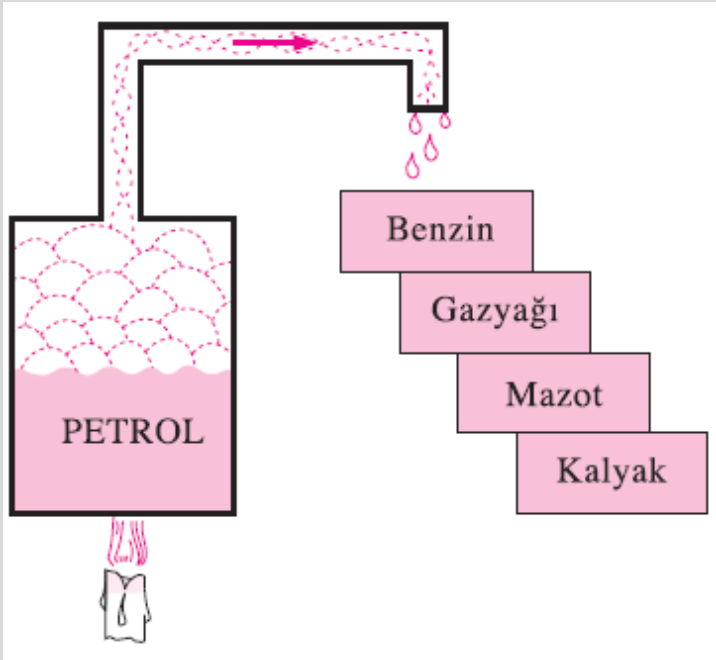
Tel çit dışında 2 adet 6 kg'lık kuru tozlu TS 862'ye uygun yangın söndürme tüpünün bulundurulması



2. resimde görülen boru kanalının ölçülendirilmiş kesit görünüsüdür.

# YAKITLAR VE YANMA

**YAKIT:** Isı enerjisi verecek şekilde yanabilen herhangi bir maddeye **yakıt** denir. Eniyi bilinen yakıtlar esas olarak hidrojen ve karbondan meydana gelir. Onlara **hidrokarbon yakıtlar** denir ve  $C_nH_m$  genel formülü ile gösterilirler. Herfazda hidrokarbon yakıt bulunur. Örnek olarak kömür, gaz yağı ve doğal gaz verilebilir. Kömürün ana bileşeni karbondur. Kömür değişen miktarlarda oksijen, hidrojen, azot, kükürt, nem ve kül de içerir.



**TABLO 15-1**

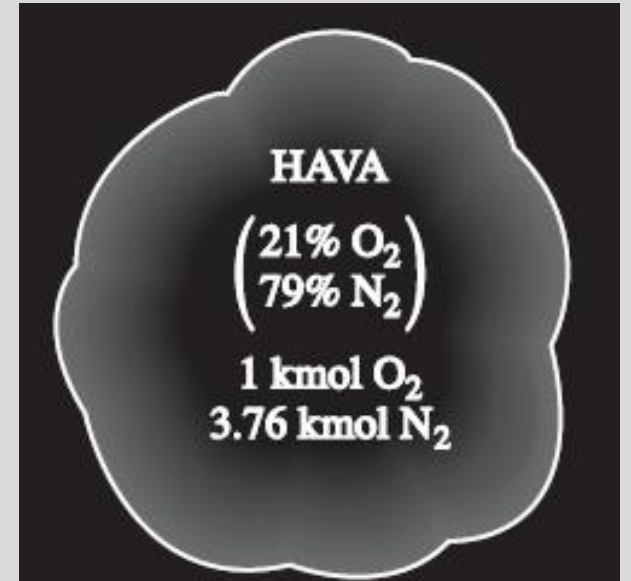
Taşıtlarda kullanılan bazı alternatif yakıtlar ile geleneksel petrol bazlı yakıtların kıyaslanması

Yakıt	Enerji içeriği kJ/L	Benzin Eşdeğeri,* L/L-benzin
Benzin	31,850	1
Hafif Mazot	33,170	0.96
Ağır Mazot	35,800	0.89
LPG (Sıvı petrol gazı, çoğu propan)	23,410	1.36
Etanol (etil alkol)	29,420	1.08
Metanol (metil alkol)	18,210	1.75
CNG (sıkıştırılmış doğal gaz, 200 atm de çoğu metan)	8,080	3.94
LNG (sıvı doğal gaz, çoğu metan)	20,490	1.55

\*Enerji içeriği 1L benzinin enerji içeriğine eşit olan yakıt miktarı

# YAKITLAR VE YANMA

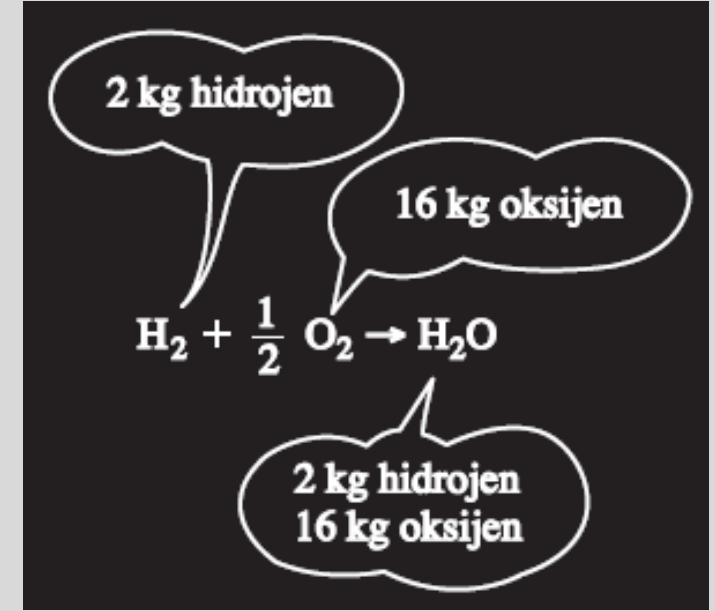
Mol veya hacimce kuru hava %20.9 oksijen, %78.1 azot, %0.9 argon ve az miktarda karbon dioksit, helyum, neon ve hidrojen den meydana gelir. Yanma işlemi incelenirken, havadaki argon azot olarak işlem görür ve eser miktarda bulunan diğer gazlar göz ardı edilir. O zaman, kuru hava, yaklaşık molce %21 oksijen ve %79 azotdan ibarettir. Bu nedenle, yanma odasına giren her mol oksijen  $0.79/0.21 = 3.76$  mol azot bulunur.



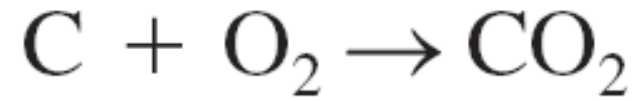
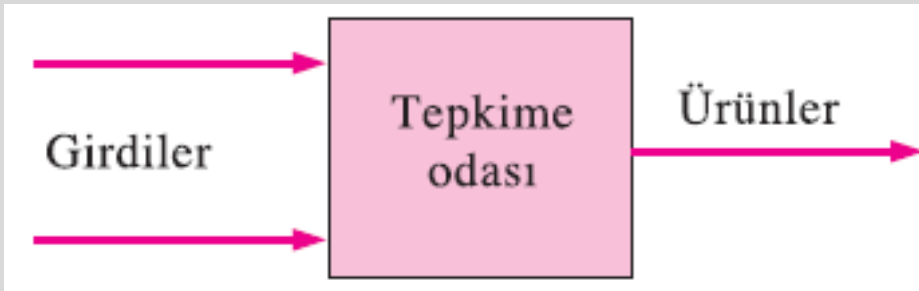


# YAKITLAR VE YANMA

Yakıtın oksijen ile temas etmesinin yanma işleminin başlaması için yeterli olmadığından da söz edilmelidir. Yanmanın başlaması için yakıtın **tutuşma sıcaklığının** üstüne getirilmelidir. Bazı maddelerin atmosferde bulunan havadaki minimum tutuşma sıcaklıkları yaklaşık olarak benzin 260°C, karbon 400°C, hidrojen 580°C, karbon monoksit 610°C ve metanın 630°C şeklindedir. Bundan başka, yanmanın başlaması için, yakıt ve hava oranları yanma için uygun aralıkta olmalıdır. Örneğin, doğal gaz %5 den küçük yaklaşık %15 den büyük derişimlerde yanmayacaktır.

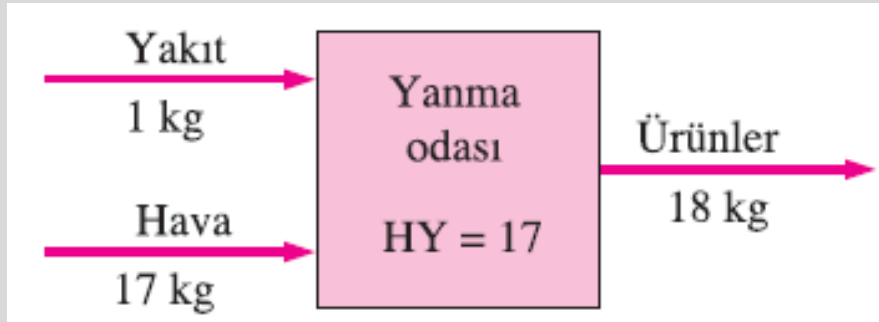


Her bir elementin (ve atom sayısının) kütlesi kimyasal tepkimesi sırasında sabit kalır.



Yanma işlemlerinin analizinde, yakıt ve hava miktarlarını sayısal olarak ifade etmek için sık sık kullanılan büyüklük **hava-yakıt oranı (HY)** dir. Genellikle kütleyle ifade edilir ve yanma işlemlerinde *havanın kütlesinin yakıtın kütlesine oranı* olarak tanımlanır.

$$HY = \frac{m_{\text{hava}}}{m_{\text{yakıt}}}$$



$$m = NM$$

$m$  kütle

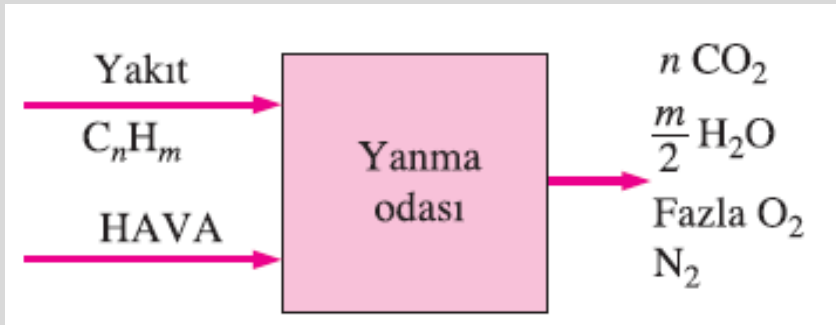
$N$  mol sayısı

$M$  mol kütlesi

Hava –yakıt oranı (HY) yanma işleminde birim kütle yakıt başına kullanılan hava miktarını anlatır

# KURAMSAL VE GERÇEK YANMA İŞLEMLERİ

- **Tam Yanma:** Yanma işleminde, tüm karbon yanarak CO<sub>2</sub>'e, tüm hidrojen yanarak H<sub>2</sub>O'a ve tüm kükürt ( eğer varsa) yanarak SO<sub>2</sub>'ye dönüşürse yanma işlemi tamdır.
- **Eksik yanma:** Eğer ürünler içinde yanmamış yakıt veya C, H<sub>2</sub>, CO ve OH gibi bileşenler varsa yanma işlemi tamamlanmamıştır.
- *Yetersiz oksijen* tam yanmamanın açık bir nedenidir ama tek nedeni değildir.
- Tam olmayan yanma yanma odasında tam yanma için gerekenden daha fazla oksijen olduğu zaman bile olabilir. Bu yakıt ve oksijenin temas ettiği sınırlı bir süre içinde yanma odasında yeterli karışma olmamasına yorulabilir.



Yanma işlemi yakıtın yanabilen tüm bileşenleri tamamen yandığında tamamlanır.

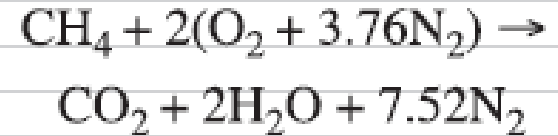
**Stokiyometrik veya kuramsal hava:** Bir yakıtın tam yanması için gereken minimum hava miktarına **stokiyometrik** veya **kuramsal hava** denir.

**Stokiyometrik veya kuramsal yanma:** Bir yakıtın kuramsal hava ile tamamen yanması sırasında meydana gelen ideal yanma işlemine yakıtın **stokiyometrik** veya **kuramsal** yanması denir.

**Fazla hava:** Gerçek yanma işlemlerinde, tam yanmayı sağlamak ve yanma odasının sıcaklığını kontrol etmek için stokiyometrik miktardan daha fazla hava kullanmak genel bir uygulamadır. Stokiyometrik miktardan fazla hava miktarına **fazla hava** denir

**Eksik hava:** Stokiyometrik miktardan daha az havaya **eksik hava** denir

50% fazla hava = 150% teorik hava  
200% fazla hava = 300% teorik hava  
90% teorik hava = 10% eksik hava



- Yanmamış yakıt yok
- Ürünlerde serbest oksijen yok

# GAZ BRÜLÖRLERİ

- Doğalgaz Brülörü, hava ve yakıtın kontrollü ve verimli olarak yanmasını sağlayacak karışım oluşturan cihazdır.
- Bu cihazların genel prensibi; esas olan yanma verimini yükselterek ideal yanma şartlarına ulaşılarak çevre kirliliğinin önlenmesi ve enerji tasarrufu sağlanmasıdır.
- Brülör dizaynında gerek çalışma prensibi, gerekse kontrol sisteminin vasıfları göz önüne alınarak yanma odasının özelliklerine göre tip belirlemesi yapılmalıdır.

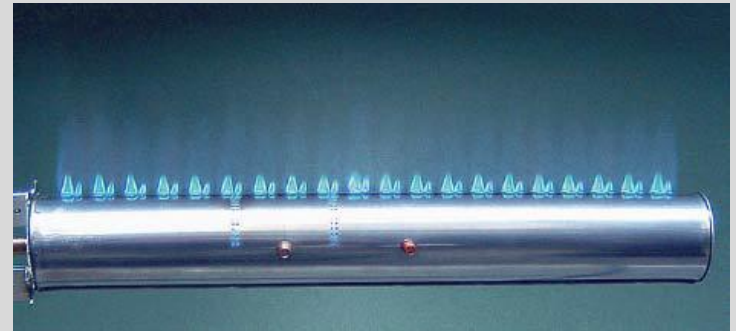
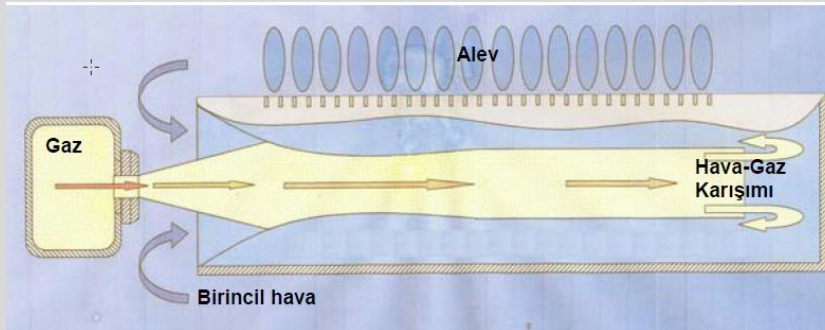


# 1. DOĞALGAZ BRÜLÖRLERİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

- 1. Atmosferik Brülör
- 2. Üfleme Brülör

## Atmosferik Gaz Brülörleri

- Bu tip brülör; basınçlı doğalgazın bir lülede genişlemesi sırasında enjeksiyon prensibiyle çevresinden emdiği birinci (primer) havayla karışarak yanmanın sağlanması ve termik olarak oluşan ısının yükselen gazlar yerine açık olan yakıcının altından emdiği ikincil (sekonder) hava ile yanmasıdır.



## 1.2. ÜFLEMELİ BRÜLÖRLER

- Üflemeli Brülörlerde, basınçlı doğalgaz çok sayıda nozuldan içinde buldukları hava akımına yüksek hızla püskürtülür. Hava bir fan tarafından cebri olarak temin edilir. Yüksek hızda hava ve gaz karışarak türbülátörde dönme hareketi verilerek yanma odasına gönderilir.
- Yanma türbülátör önünde ve yanma hücresinin içerisinde oluşur. Burada türbülátörün görevi yanma stabilesini sağlamak ve alevin geri tepmesini önlemektir.
- Üflemeli brülörlerde fan, hem yakma havasını sağlar, hem de yanma hücresi karşı basıncını yener. Bu sebepten dolayı bu tip brülörler her pozisyonda ısı üreticisine monte edilebilir ve çok çeşitli ısı üreticilerinde kullanılır.

## 2. DOĞALGAZ BRÜLÖRLERİ KONTROL ŞEKLİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

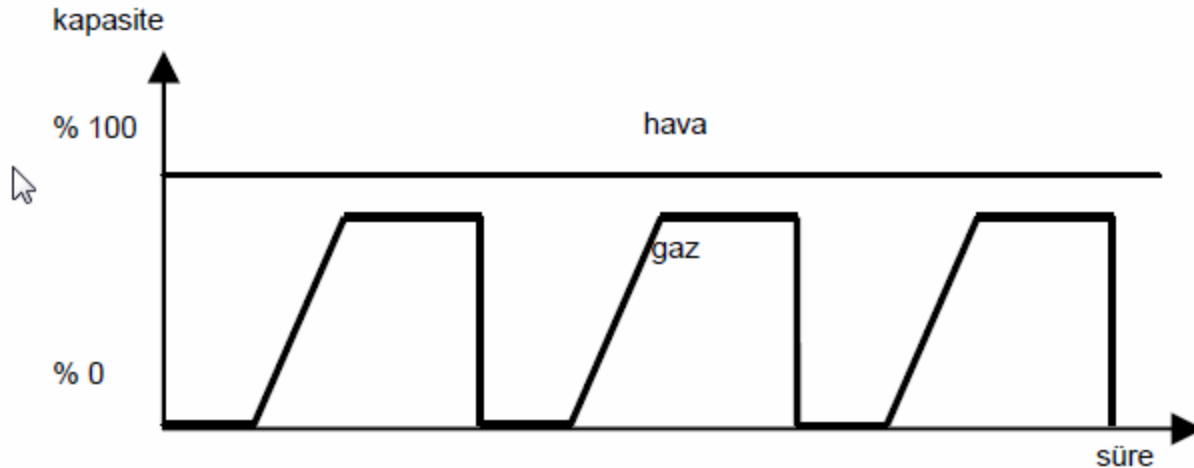
Kontrol Şekline Göre Üç Ana Gruba Ayrılır:

- 1 – Kapasite Kontrolüne Göre,
- 2 – Alev Kontrolüne Göre,
- 3 – Tutuşturma Yöntemine Göre Gaz Brülörleri



## 2.1. TEK KADEMELİ DOĞALGAZ BRÜLÖRLERİ

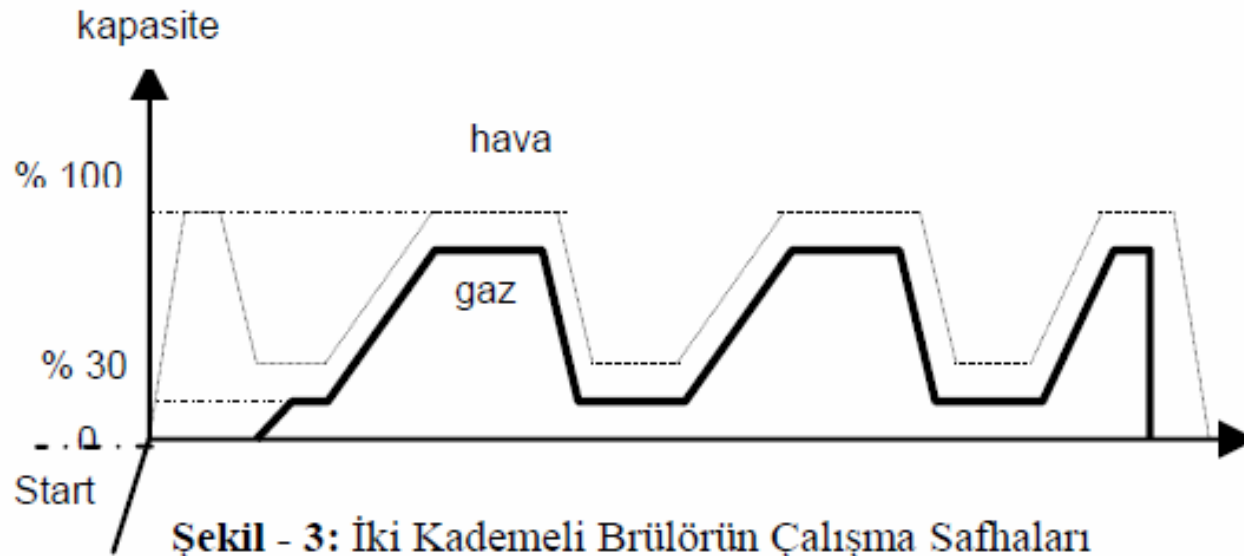
- Bu tip brülörler çekilen ısıya bağlı olarak bir defa ayarlanır ve sürekli aynı miktarda yakıt yakılmasını sağlar.
- Brülör ON – OFF olarak çalışır. Yalnızca ilk devreye giriş bir ölçü ayarlanabilir. Max. 350 kW. kapasiteye kadar kullanılır.



Şekil – 2: Tek Kademeli Brülörün Çalışma Safhaları

## 2.2. İKİ KADEMELİ DOĞALGAZ BRÜLÖRLERİ

- Bu tip brülörler çekilen ısıya bağlı olarak max. ve min. yükte çalışabilir. İlk devreye girişte min. yükte devreye girer ve ısı ihtiyacına bağlı olarak max. yüke geçer.
- Bu tür brülör darbesiz devreye girer. Max. 1200 kW kapasiteye kadar kullanılabilir.





### 3. ALEV KONTROLÜNE GÖRE DOĞALGAZ BRÜLÖRLERİ

- Yakma sisteminin emniyeti için gerekli sistemdir.
- Durmaksızın çalışan brülör haricinde mutlaka kullanılmalıdır.
- İlk yakma veya yanmanın kesilmesi halinde sistemi emniyete alır.

# 3. ALEV KONTROLÜNE GÖRE DOĞALGAZ BRÜLÖRLERİ

## 3.1. Ultraviyole Kontrol Sistemi:

1000 kW üzeri brülörlerde kullanılması zorunludur.

## 3.2. İyonizasyon Kontrol Sistemi:

Bu tip kontrol 1000 kW kapasiteye kadar kullanılmaktadır.

## 3.3. Termo Elektrik Sistemi İle Kontrol:

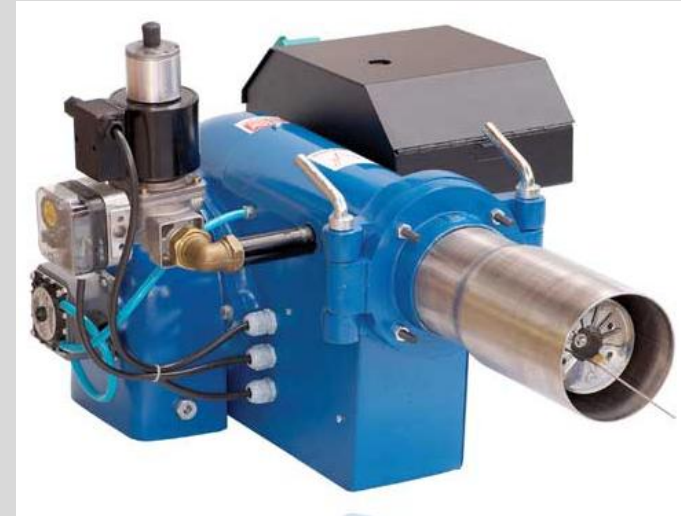
Max. 120 kW kapasiteye kadar atmosferik brülörlerde pilot alevin kesilmediği yakıcılarda kullanılmaktadır.

## 3.4. Fotorezistans Kontrol Sistemi:

Işık şiddetinden etkilenir doğalgaz brülörlerinde sarı alev oluşmadığından kullanılmaz. Yalnızca katı ve sıvı yakıt brülörlerinde kullanılır.

# 4. TUTUŞTURMA YÖNTEMİNE GÖRE GAZ BRÜLÖRLERİ

- Gaz brülörlerinin kapasitesine ve proses durumuna bağlı olarak tutuşturma yapılabilir.
- Bunlar;
- Meőale çubuk ile;
- Elle çalışan ateşleme yöntemi ile;
- Elle veya manyeto ile çalışan ateşleme ile pilot alevin tutuőturulması (atmosferik brülörler);
- Otomatik olarak çalışan trafo ve büyük kapasitede ön pilot alev ile yapılmaktadır.



# 5. YAKILAN GAZ CİNSİNE GÖRE GAZ BRÜLÖRLERİ

Proses uygun brülör seçiminde alternatif yakıtlar kullanılabilen brülörlerdir. Yakıt cinsinin fazlalaşması brülör maliyetini arttırır. Buna göre brülörler üç çeşittir:

## 5.1. Tek Yakıtlı Brülörler:

Bu tip gaz brülörleri yanıcı bütün gazları yakma özelliğine sahiptir. Yakma ayarı yakma havasının basınç ve debisine bağlı olarak değiştirilmektedir.

## 5.2. Çift Yakıtlı Brülörler: (gaz+sıvı; gaz +katı):

Bu tipler sıvı yakıttan küçük kapasitelerde motorin, büyük kapasitelerde fuel-oil ve katı yakıtlardan kömür veya talaş tozundan herhangi birini doğalgazla birlikte yakılacağı gibi ayrı ayrı yakılabilecek özelliktedir.

# TOZ KÖMÜR BRÜLÖRÜ





# 5. YAKILAN GAZ CİNSİNE GÖRE GAZ BRÜLÖRLERİ

## 5.3. Çok Yakıtlı Brülörler: (gaz+sıvı+katı):

Büyük kapasiteli olan bu tiplerde doğalgaz, fuel-oil ve kömür tozu aynı anda yakılmaktadır.

## 6. İMAL ŞEKLİNE GAZ BRÜLÖRLERİ

Prosesteki yük ayarı en kolay yanan doğalgazdan yapılmaktadır. İmal tarzına göre doğalgaz brülörleri, brülörlerin konstrüktif yapısına bağlı olarak çalışma yerlerine göre imal edilebilir. Bunlar üç grupta toplanır:

- 1 – Domestik Doğalgaz Brülörleri
- 2 – Sanayi Tip Doğalgaz Brülörleri
- 3 – Endüstriyel Tip Doğalgaz Proses Bekleri

# BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI EKİPMANLARI

- Doğal gaz yakan cihazların (brülör, bek v.b.) önünde gerekli basıncı ayarlayan ve emniyeti sağlayan cihazlar grubuna gaz kontrol hattı adı verilir. Gaz kontrol hattında kullanılacak olan ekipmanlar yakıcının kapasitesine, brülör tipi ve şekline bağlı olarak değişiklik gösterir.
- Buna göre gaz kontrol hattındaki ekipmanlar belirlenirken sistemin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Gaz kontrol hattı ekipmanlarının yakma sistemine uygunluğu brülör üreticisi firmanın sorumluluğundadır.

# BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI EKİPMANLARI

- **Brülör Vanası:** Servis ve emniyet amacıyla gaz açma/kapamayı temin etmek için kullanılan küresel vana dır.
- **Esnek Boru (Kompansatör):** Brülördeki titreşimin tesisata geçişini zayıflatmak için kullanılan ekipmandır. Üniversal tip olmalıdır.
- **Gaz Basıncı Ölçme Cihazı (Manometre):** Hat üzerindeki gaz basıncını ölçmek için kullanılan ekipmandır.
- **Filtre:** İlk otomatik ayar elemanının veya gaz basınç regülatörünün hemen önüne gaz kontrol hattı ekipmanlarını kirlilikten korumak amacı ile yerleştirilmelidir.
- **Gaz Basınç Regülatörü:** Gaz kontrol hattı girişindeki gaz basıncını brülör için gerekli basınca düşüren ekipmandır.

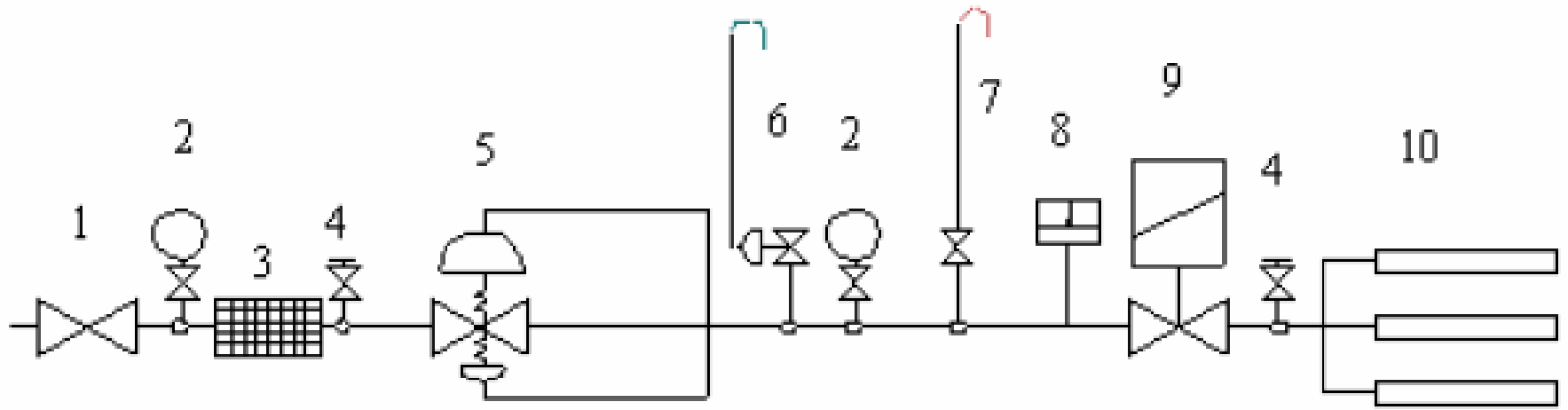
# BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI EKİPMANLARI

- **Relief Valf (Emniyet tahliye vanası):** Sistemi aşırı basınca karşı koruyan anlık basınç yükselmelerinde fazla gazı sistemden tahliye ederek regülatörün devre dışı kalmasını önleyen ekipmanlardır.
- **Minimum Gaz Basınç Algılama Tertibatı (Minimum Gaz Basınç Presostatı):** Regülatör çıkışındaki gaz basıncının brülörün normal çalışma basıncının altında kalması durumunda solenoid valfe kumanda ederek akışın kesilmesini sağlayan ekipmandır.

# BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI EKİPMANLARI

- **Maksimum Gaz Basınç Algılama Tertibatı (Maximum Gaz Basınç Presostatı):** Regülatör çıkışındaki gaz basıncının brülörün normal çalışma basıncının üstüne çıkması durumunda solenoid valfe kumanda ederek gaz akışını kesen ekipmandır.
- **Otomatik Kapama Valfi (Solenoid Valf):** Sistemin devre dışı kalması gerektiği durumlarda aldığı sinyaller doğrultusunda gaz akışını otomatik olarak kesen ve ilk çalışma esnasında sistemin emniyetli olarak devreye girmesini sağlayan ekipmanlardır.
- **Sızdırmazlık Kontrol Cihazı (Valf doğrulama Sistemi):** 1200 kW ve üzeri kapasiteli sistemlerde ve ayrıca kapasitelerine bakılmaksızın, kızgın yağlı, kaynar sulu, alçak ve yüksek basınçlı buharlı sistemlerde kullanılması zorunludur.
- **Yangın Vanası:** Bulunması tavsiye edilir.

# ATMOSFERİK BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI EKİPMANLARI



1- Küresel vana

3- Gaz filtresi

5- Gaz basınç regülatörü

7- Tahliye hattı (vent)

9- Solenoid valf

2- Manometre

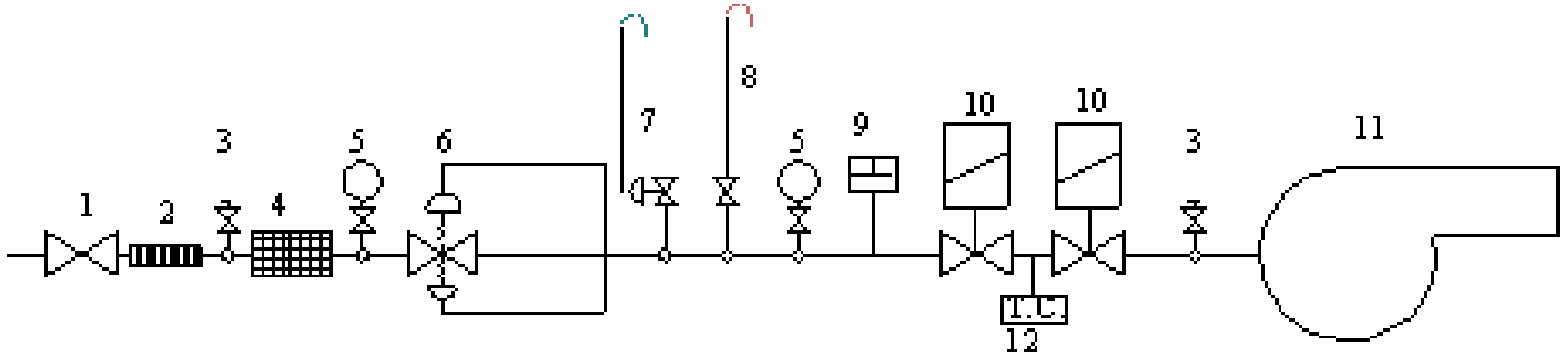
4- Test nipeli

6- Relief valf

8- Presostat (Asgari gaz basınç)

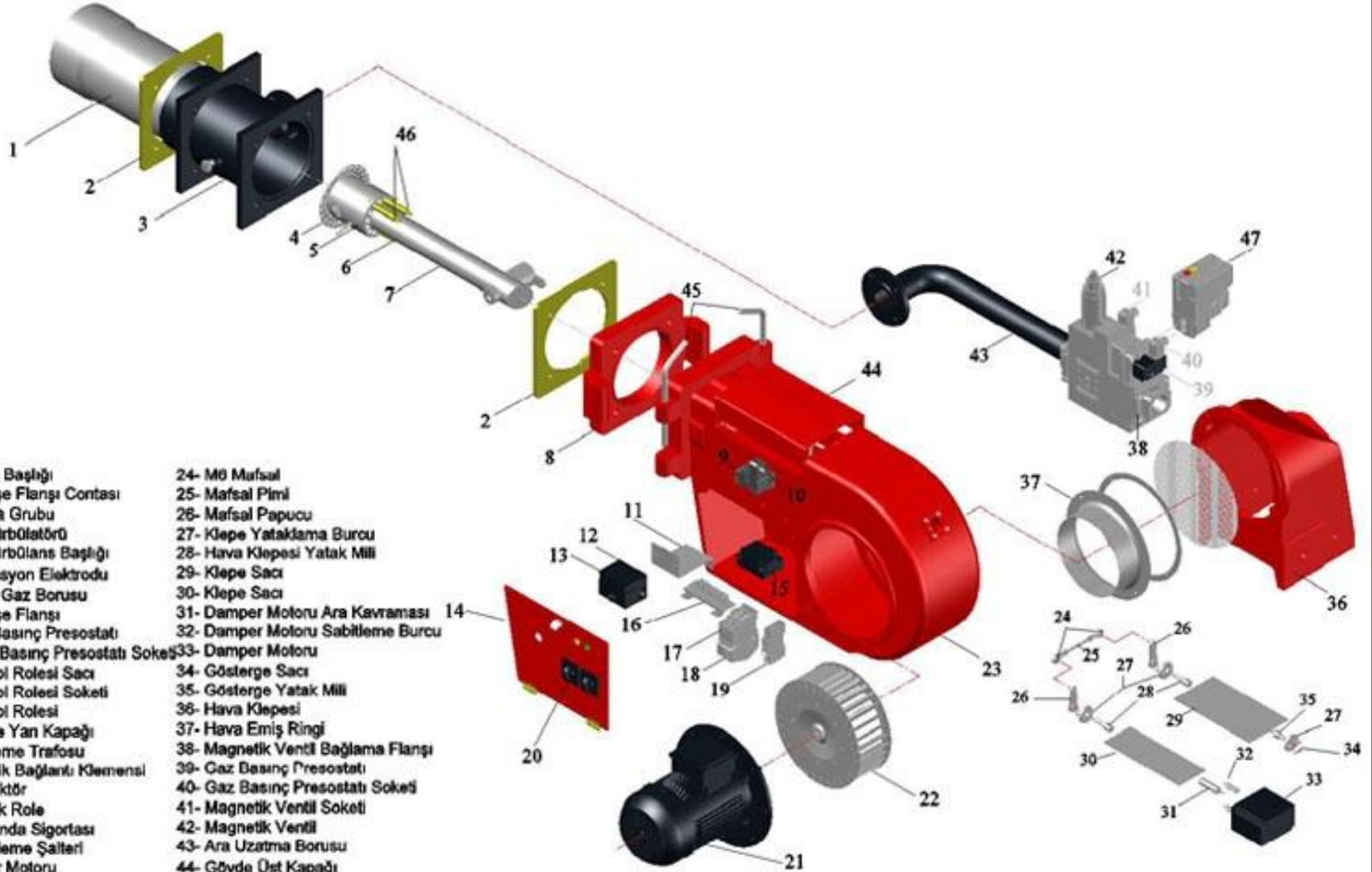
10- Brülör

# FANLI BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI EKİPMANLARI



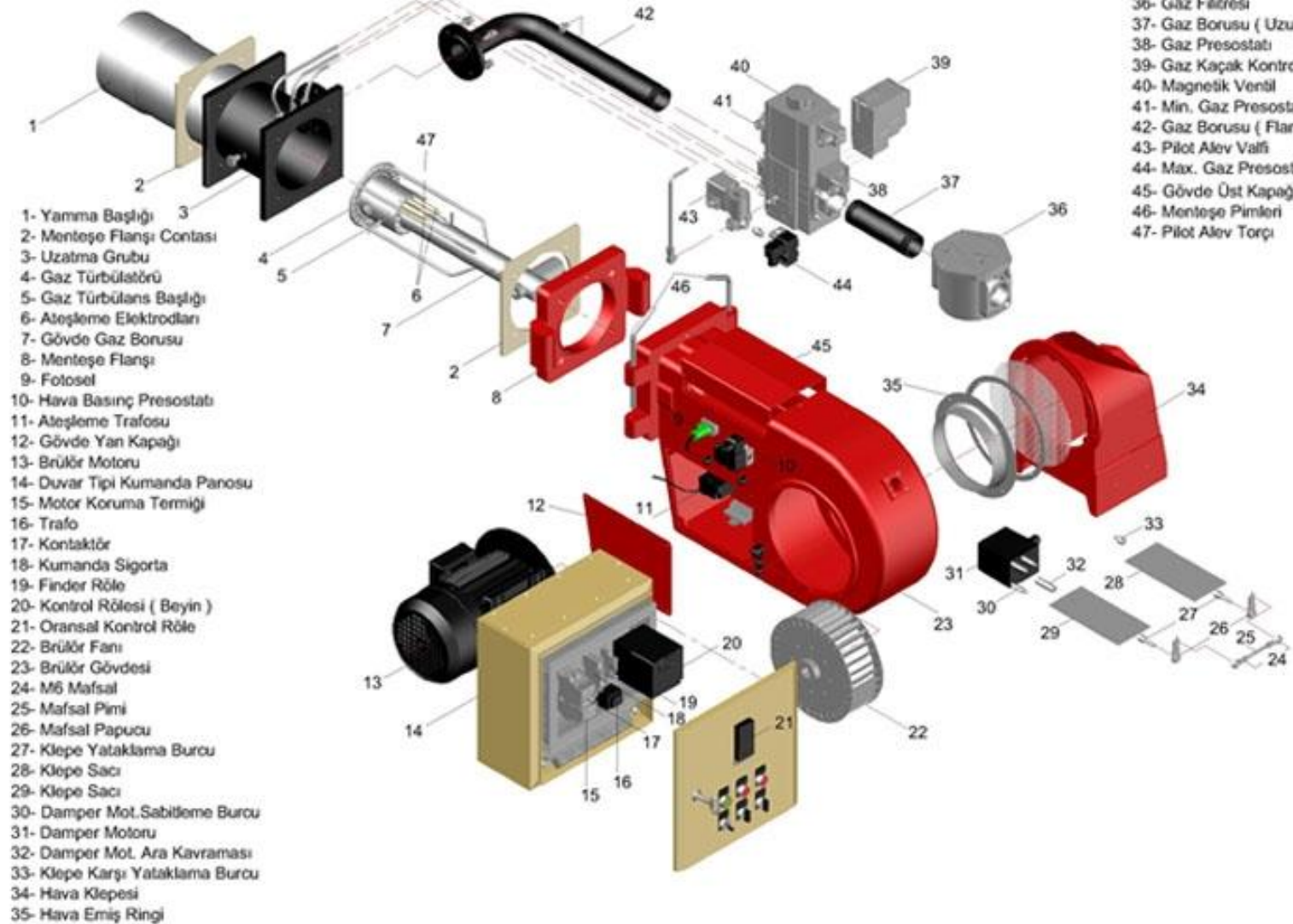
- 1- Küresel vana;
- 2- Kompansatör;
- 3- Test nipeli;
- 4- Filtre;
- 5- Manometre (musluklu);
- 6- Gaz basınç regülatörü;
- 7- Relief valf;
- 8- Tahliye hattı (vent);
- 9- Presostat (Asgari gaz basınç);
- 10- Solenoid valf;
- 11- Brülör;
- 12- Sızdırmazlık Kontrol Cihazı;





- 1- Yanma Başlığı
- 2- Mentеше Flanşı Contası
- 3- Uzatma Grubu
- 4- Gaz Türbülatorü
- 5- Gaz Türbülans Başlığı
- 6- İyonizasyon Elektrodu
- 7- Gövde Gaz Borusu
- 8- Mentеше Flanşı
- 9- Hava Basınç Presostatı
- 10- Hava Basınç Presostatı Soketi
- 11- Kontrol Rolesi Sacı
- 12- Kontrol Rolesi Soketi
- 13- Kontrol Rolesi
- 14- Gövde Yan Kapağı
- 15- Ateşleme Trafosu
- 16- Elektrik Bağlantı Klemensli
- 17- Kontaktör
- 18- Termik Role
- 19- Kumanda Sigortası
- 20- II.Kademe Şalteri
- 21- Brülör Motoru
- 22- Brülör Fanı
- 23- Brülör Gövdesi

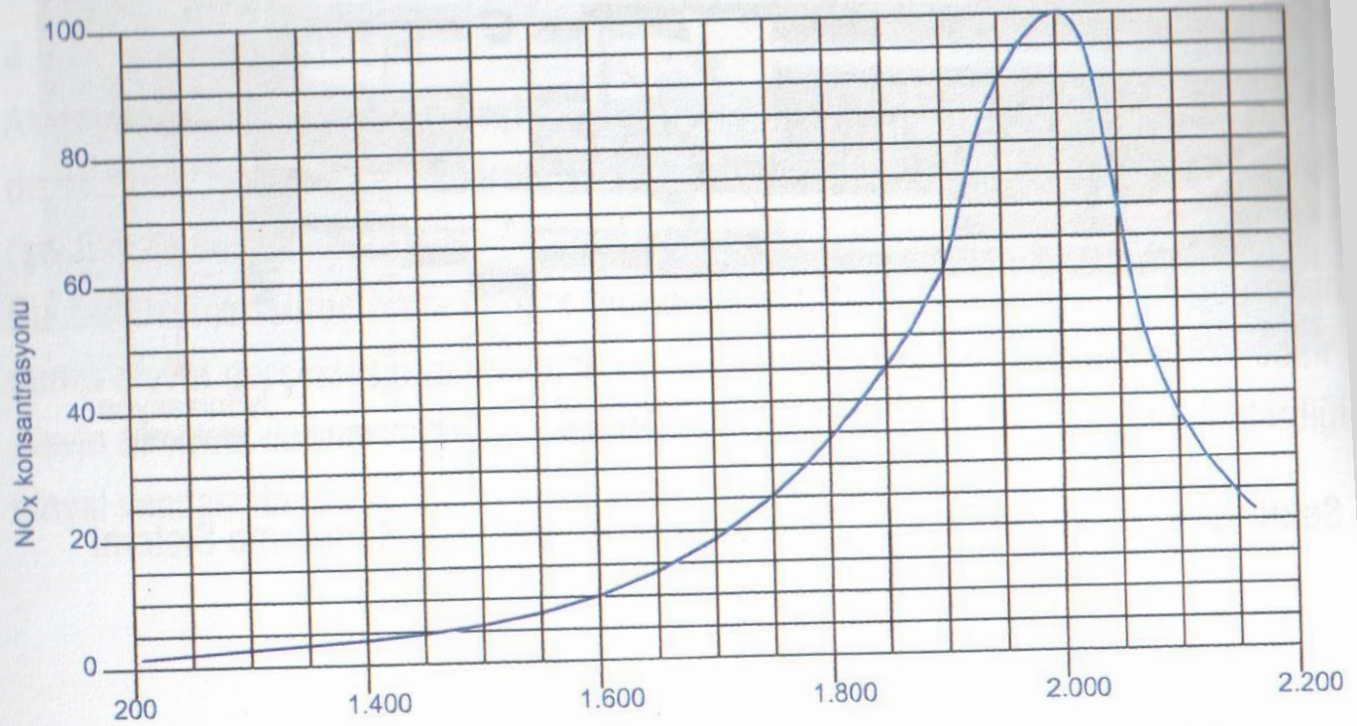
- 24- M6 Mafsal
- 25- Mafsal Pimli
- 26- Mafsal Papucu
- 27- Kilepe Yataklama Burcu
- 28- Hava Kilepesi Yatak Mill
- 29- Kilepe Sacı
- 30- Kilepe Sacı
- 31- Damper Motoru Ara Kavraması
- 32- Damper Motoru Sabitleme Burcu
- 33- Damper Motoru
- 34- Gösterge Sacı
- 35- Gösterge Yatak Mill
- 36- Hava Kilepesi
- 37- Hava Emiş Ringi
- 38- Magnetik Ventil Bağlama Flanşı
- 39- Gaz Basınç Presostatı
- 40- Gaz Basınç Presostatı Soketi
- 41- Magnetik Ventil Soketi
- 42- Magnetik Ventil
- 43- Ara Uzatma Borusu
- 44- Gövde Üst Kapağı
- 45- Mentеше Pimleri
- 46- Ateşleme Elektrodları
- 47- Valf Test Sistemi



- 1- Yama Başlığı
- 2- Montaj Flanşı Contası
- 3- Uzatma Grubu
- 4- Gaz Türbülörü
- 5- Gaz Türbülans Başlığı
- 6- Ateşleme Elektrodları
- 7- Gövde Gaz Borusu
- 8- Montaj Flanşı
- 9- Fotosel
- 10- Hava Basınç Presostatı
- 11- Ateşleme Trafosu
- 12- Gövde Yan Kapağı
- 13- Brülör Motoru
- 14- Duvar Tipi Kumanda Panosu
- 15- Motor Koruma Termiği
- 16- Trafo
- 17- Kontaktör
- 18- Kumanda Sigorta
- 19- FINDER Röle
- 20- Kontrol Rölesi ( Beyin )
- 21- Oransal Kontrol Röle
- 22- Brülör Fanı
- 23- Brülör Gövdesi
- 24- M6 Mafsal
- 25- Mafsal Pimi
- 26- Mafsal Papucu
- 27- Kilepe Yataklama Burcu
- 28- Kilepe Sacı
- 29- Kilepe Sacı
- 30- Damper Mot. Sabitleme Burcu
- 31- Damper Motoru
- 32- Damper Mot. Ara Kavraması
- 33- Kilepe Karşı Yataklama Burcu
- 34- Hava Kilepesi
- 35- Hava Emiş Ringi

- 36- Gaz Filtresi
- 37- Gaz Borusu ( Uzun )
- 38- Gaz Presostatı
- 39- Gaz Kaçak Kontrol Cihazı
- 40- Magnetik Ventil
- 41- Min. Gaz Presostatı
- 42- Gaz Borusu ( Flanşlı )
- 43- Pilot Alev Valfi
- 44- Max. Gaz Presostatı
- 45- Gövde Üst Kapağı
- 46- Montaj Pimleri
- 47- Pilot Alev Torçı

# DÜŞÜK NO<sub>x</sub> BRÜLÖR



Şekil 4.26. Alev Sıcaklığı ile NO<sub>x</sub> Emisyonu Arasındaki İlişki (15)

# DOGALGAZ CİHAZLARI VE SINIFLANDIRILMASI

Konstrüksiyonun özelliklerine göre

- A türü
- B türü
- C türü

Yakıt Kullanımına göre

- 1.Gaz ailesi
- 2.Gaz ailesi
- 3.Gaz ailesi
- 4.Gaz ailesi

Kullanımına göre

- Ocak-fırın
- Soba
- Termosifon
- Şofben
- Kombi
- Kat kaloriferi
- Kazan

## KONSTRÜKSİYONUN ÖZELLİKLERİNE GÖRE

- A türü cihazlar:
- Yanma için gerekli havayı monte edildikleri ortamdan alan, atık gaz tesisatı olmayan, yanma ürünlerini buldukları ortama veren cihazlar.
- Ocaklı fırın/baca tesisatı ve yanma haznesi bulunmayan veya açık yanma haznesi bulunan gaz tüketim cihazlarıdır.

## KONSTRÜKSİYONUN ÖZELLİKLERİNE GÖRE

**B tipi cihazlar (Bacalı cihazlar)** Yanma için gerekli olan havayı monte edildikleri ortamdan alan, açık yanma odalı, yanma ürünlerini uygun bir atık gaz tesisatı ve uygun baca vasıtası ile dış ortama veren cihazlar.

- Gaz sobası/acık yanma haznesi ve baca tesisatı bulunan gaz tüketim cihazları.

### **B1 tipi cihazlar (Fanlı – bacalı cihazlar)**

Yanma için gerekli olan havayı monte edildikleri ortamdan alan açık yanma odalı, yanma ürünlerini bir vantilatör yardımı ve özel atık gaz elemanları vasıtası ile doğrudan veya atık gaz bağlantı elemanları ve uygun bir baca vasıtası ile dış ortama veren, havalandırma ihtiyacı bakımından B tipi cihazlar ile aynı kategoride mütalaa edilen cihazlar.

## KONSTRÜKSİYONUN ÖZELLİKLERİNE GÖRE

### **C tipi cihazlar (Hermetik ve denge bacalı cihazlar)**

- Yanma için gerekli olan havayı, monte edildikleri ortamdan bağımsız olarak özel hava bağlantısı ile dış ortamdan alan, kapalı yanma odalı, yanma ürünlerini özel atık gaz elemanları ile dış ortama veren havalandırmaları buldukları ortamdan bağımsız olan cihazlardır.

## KONSTRÜKSİYONUN ÖZELLİKLERİNE GÖRE

**C Türü** : Kapalı yanma hazneli olan ve oda havasında bağımsız çalışan bu cihazlar için genellikle özel baca tesisatı gerekir.

**C1** : Dış duvara bağlantılı oda havasından bağımsız fansız cihazlardır. Kalorifer kazanı olarak izin verilmez ancak oda ısıtıcısı ve dış duvar bağlantılı su ısıtıcısı olarak izin verilir.

**C2** : Yanma havasını dışarıdan alan ve atık gazı baca kanalına veren fansız cihazlardır.

**C3.1** : Yanma havasını (çift bolumlu bina bacasının taze hava sağlayan kısmı ile) dışarıdan alan ve atık gazı (çift bolumlu bina bacasının atık gazın tahliyesini sağlayan kısmı ile) baca kanalına veren fanlı cihazlardır.

**C3.2** : Yanma havası girişi ve atık gaz çıkışları cihazın yapısal elemanı olan (Hermetik baca seti ile) çatıdan emis ve tahliye yapan fanlı cihazlardır.

**C3.3** : Yanma havasını dışarıdan alan ve atık gazı tekrar dışarı veren dış duvar bağlantılı fanlı (Hermetik) cihazlardır.



# YAKIT KULLANIMINA GÖRE

1.Gaz ailesi – hidrojen oranı yüksek gazlar

Grup A : “Havagazı”

Grup B : “Feringaz”

2.Gaz ailesi - metan oranı yüksek gazlar, örneğin Doğalgaz

Grup L : düşük ısı değerli Doğalgaz

Grup H : yüksek ısı değerli Doğalgaz

3.Gaz ailesi - sıvı gazlar, (Propan, Butan)

4.Gaz ailesi - hidrokarbon – hava karışımları, örneğin sıvıgaz / hava, doğalgaz / hava.

# KULLANIM AMACINA GÖRE BİREYSEL DOĞAL GAZLI CİHAZLAR

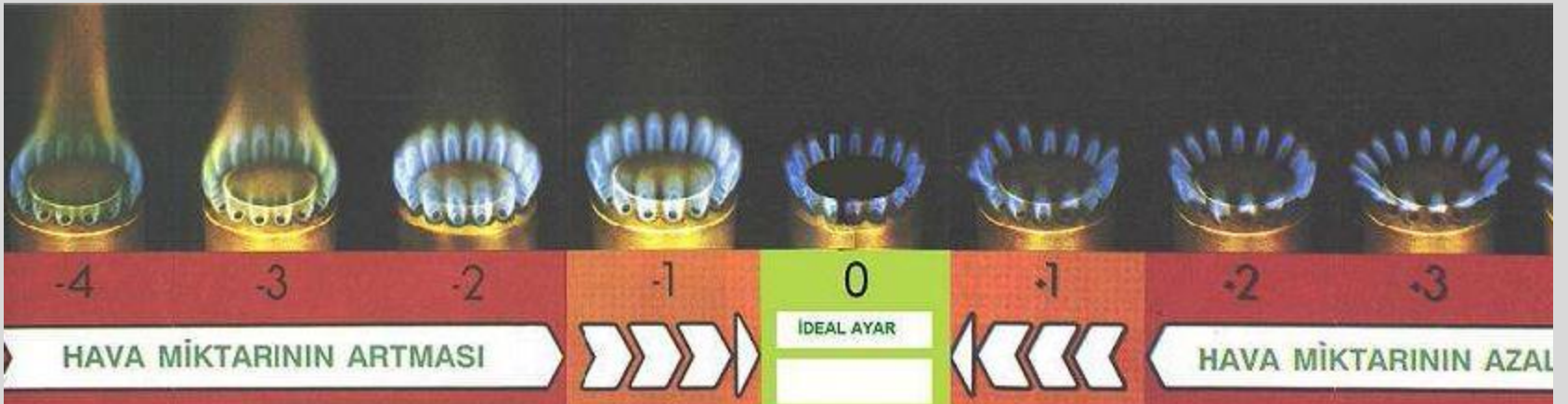
## Piştirme cihazları: Ocak/fırınlar

- Ocaklar, Fırınlar ve Ocaklı fırınlarla ilgili Türk Standardında (TS 616) atmosferik brülörler “Bek (Gaz Yakıcısı)” olarak adlandırılmıştır.
- Ocaklar; üzerinde bir veya birkaç beki (gaz yakıcısı) bulunan, havagazı, LPG gazı veya doğalgazla çalışabilen yemek piştirme/ısıtma cihazlarıdır.
- Fırınlar; genellikle kapalı, hacminin ısıtılması ile yemeği pişiren, ısıtan veya kızartmada kullanılan cihazlardır.
- Ocaklı fırınlar ise birleşik birleşik cihazlar olup her iki görevi de yerine getirebilirler.



# KULLANIM AMACINA GÖRE BİREYSEL DOĞAL GAZLI CİHAZLAR

Bu cihazlar havagazı, LPG gazı veya doğalgazdan biriyle çalışabildikleri gibi üzerlerindeki ayar veya bir parçanın değiştirilmesi ile iki veya üç gazla da çalıştırılabilirler. Ancak her gazın kullanma basıncı ve ısı değeri farklı olduğu için bir saatteki tüketim değeri de farklıdır. Ocak ve ocaklı fırınlar tek veya çok beklı olabildiği gibi, üzerlerinde ateşleme (tutuşurma) tertibatları da bulunabilir.



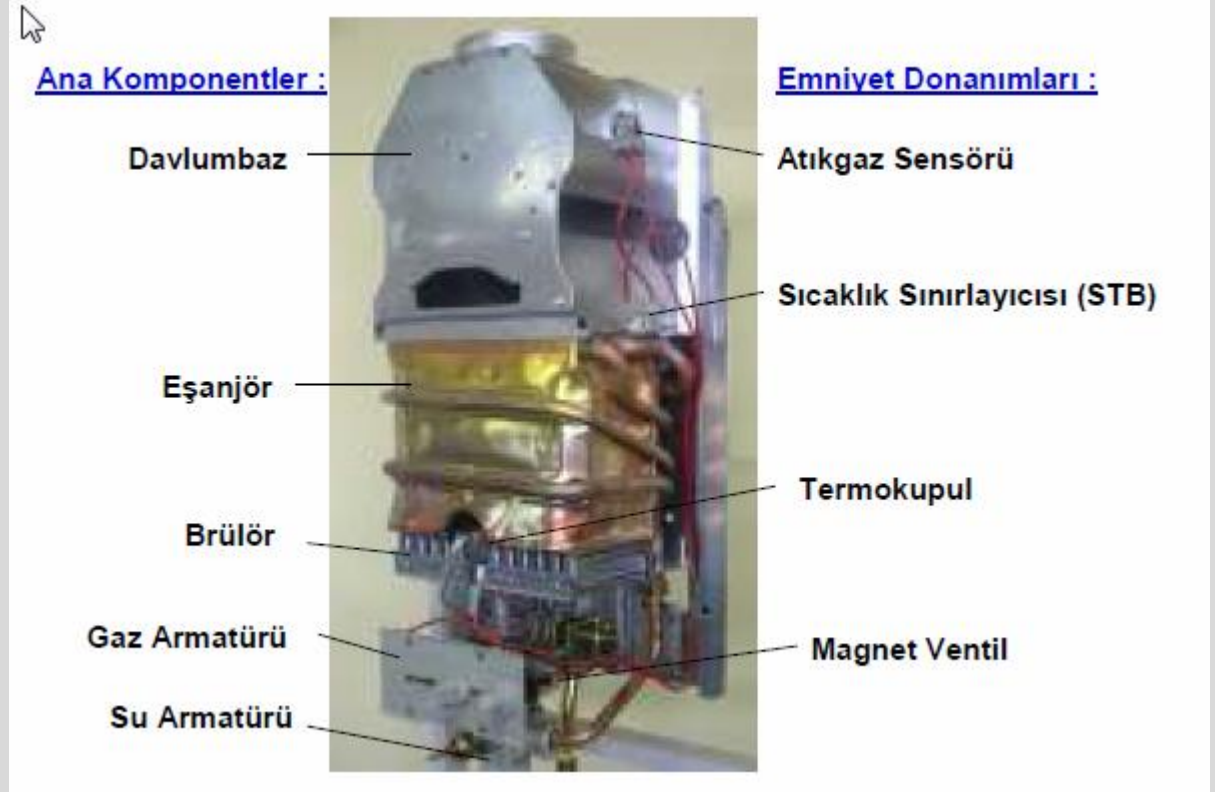
# KULLANIM AMACINA GÖRE BİREYSEL DOĞAL GAZLI CİHAZLAR

## Kullanım Suyu Isıtıcıları

- Konutlarda banyo ve mutfaklarda sıhhi tesisata sıcak kullanım suyu sağlayan doğalgaz veya LPG yakıtla çalışan su ısıtıcıları bu gruba girmektedir. Gaz yakıtlı kullanım suyu ısıtıcılarını;
  - a) Ani su ısıtıcıları (Sofbenler),
  - b) Depolu su ısıtıcıları (Termosifonlar), olarak iki grupta incelenebilir.

# KULLANIM AMACINA GÖRE BİREYSEL DOĞAL GAZLI CİHAZLAR

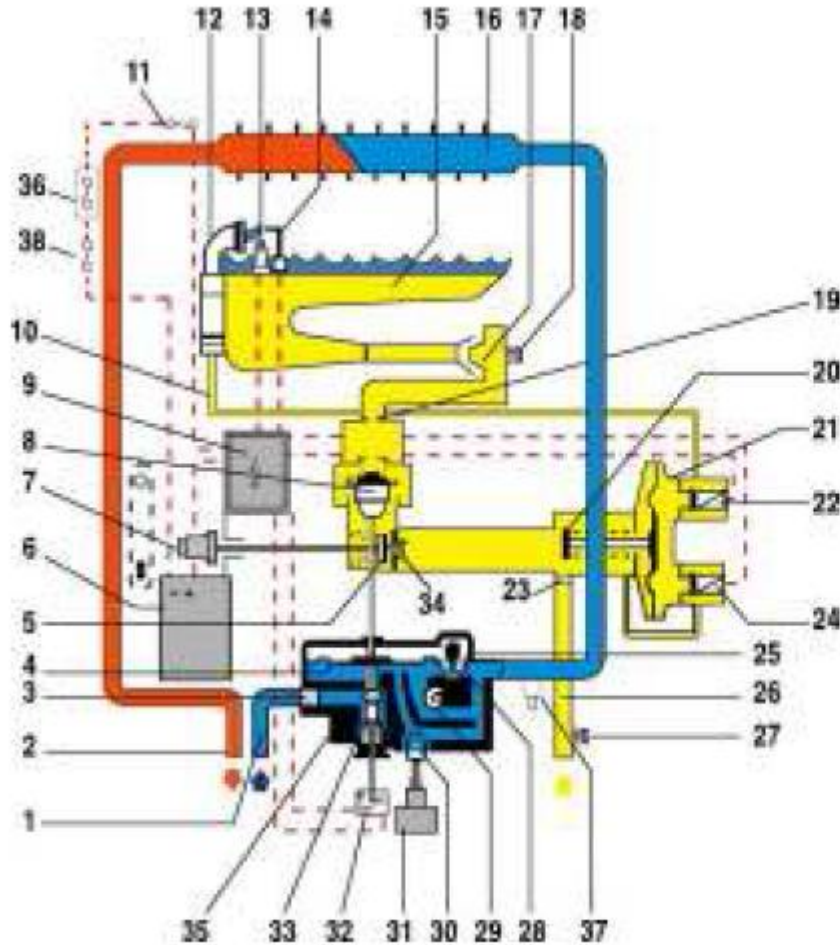
## ŞOFBEN



- Şofbenler ihtiyaç duyulduğu anda, bekletmeden, gerektiği miktar ve sıcaklıkta kullanım suyunu verimli bir şekilde ısıtan ani su ısıtıcılarıdır. Yanması mekan havasına bağımlı olan şofbenlerin brülörü paslanmaz çelik olup aranjörleri kanatçıkla bakır boru malzemedendir. Brülördeki yanma sonucu açığa çıkan sıcak atık gaz, eşanjörden geçen kullanım suyunu ısıttıktan sonra davlumbazın yönlendirmesi ve baca çekiş kuvveti ile bacadan atılır.
- Şofbenlerin manuel piezo çakmakla ateşleme yapan modelleri olduğu gibi elektriksiz veya pilli (batarya aracılığıyla) ateşleme yapan modelleri de vardır. Piezo çakmaklıların pilot alevi-termostata magnet ventil grubu ile ideal bir gaz emniyet sistemine sahiptir

- Bina bacasına bağlanan şofbenler güvenlik amacıyla bir atık gaz emniyet sensörü ile donatılmıştır. Bu sayede baca tıkanması veya bacanın çekmemesi durumunda cihaz gaz valfini kapatarak atık gazın ortama yayılmasını engelleyecektir.
- Çakmaklı ateşleme sistemi yerine otomatik ateşleme sistemi kullanan şofbenler, sıcak kullanım suyu musluklarından biri açıldığında, pil vasıtasıyla cihaz, otomatik olarak ateşlemekte, piezo çakmağa gerek kalmamaktadır. Böylece sürekli yanan pilot alevi olmadığından önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanır.

# ŞOFBEN FONKSİYON ŞEMASI

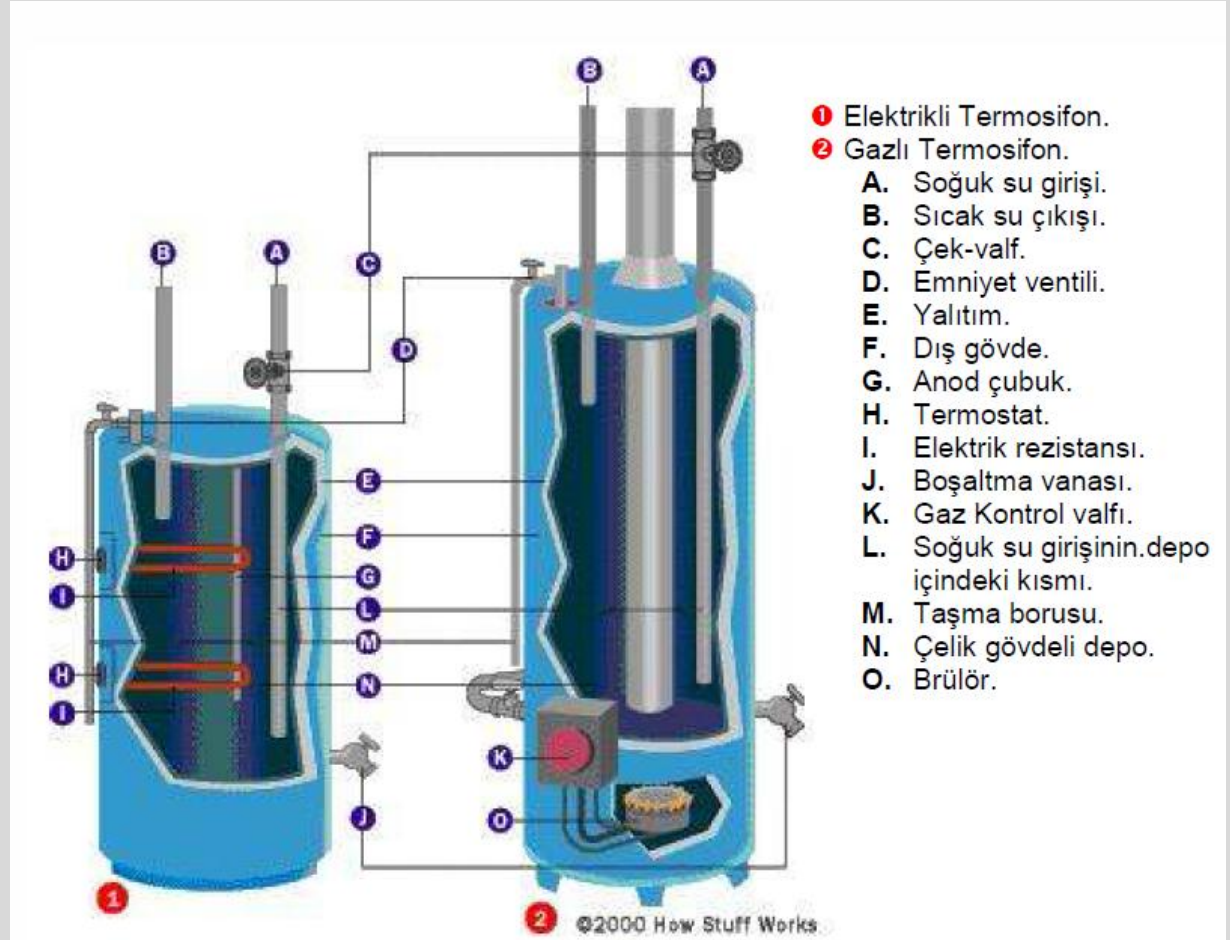


1. Soğuk Su Giriş Borusu
2. Sıcak Su Çıkış Borusu
3. Su Süzgeci
4. Diyafram
5. Ana Gaz Ventili
6. Batarya Kutusu
7. Gaz Kumd. Sürgüsü
8. Gaz Ventili
9. Kumanda Ünitesi
10. Pilot Gaz Borusu
11. Atıkgaz Emn. Sens. Ağızı
12. Pilot Brülörü
13. Buji
14. Denetleme Elektrodu
15. Brülör
16. Eşanjör
17. Enjektör Memesi
18. Brülör Basıncı Ölçüm Ağızı
19. Kısma Pulu
20. Ana Gaz Ventili 1
21. Diyaframlı Servo Ventil Ünitesi
22. Servo Gaz Ventili
23. Gaz Filtresi
24. Servo Gaz Ventili
25. Yavaş Yakma Ventili
26. Gaz Giriş Borusu
27. Gaz Giriş Basıncı Ölçüm Ağızı
28. Venturi
29. Min. Su Debi Ayar Vidası
30. Yük Azaltma Ventili
31. Su Debi Selektörü
32. Mikroşalter
33. Su Debi Regülatörü
34. Ventil Tablası
35. Su Armatürü
36. Limit Termostat
37. Su Boşaltma Musluğu
38. ON/OFF Şatleri



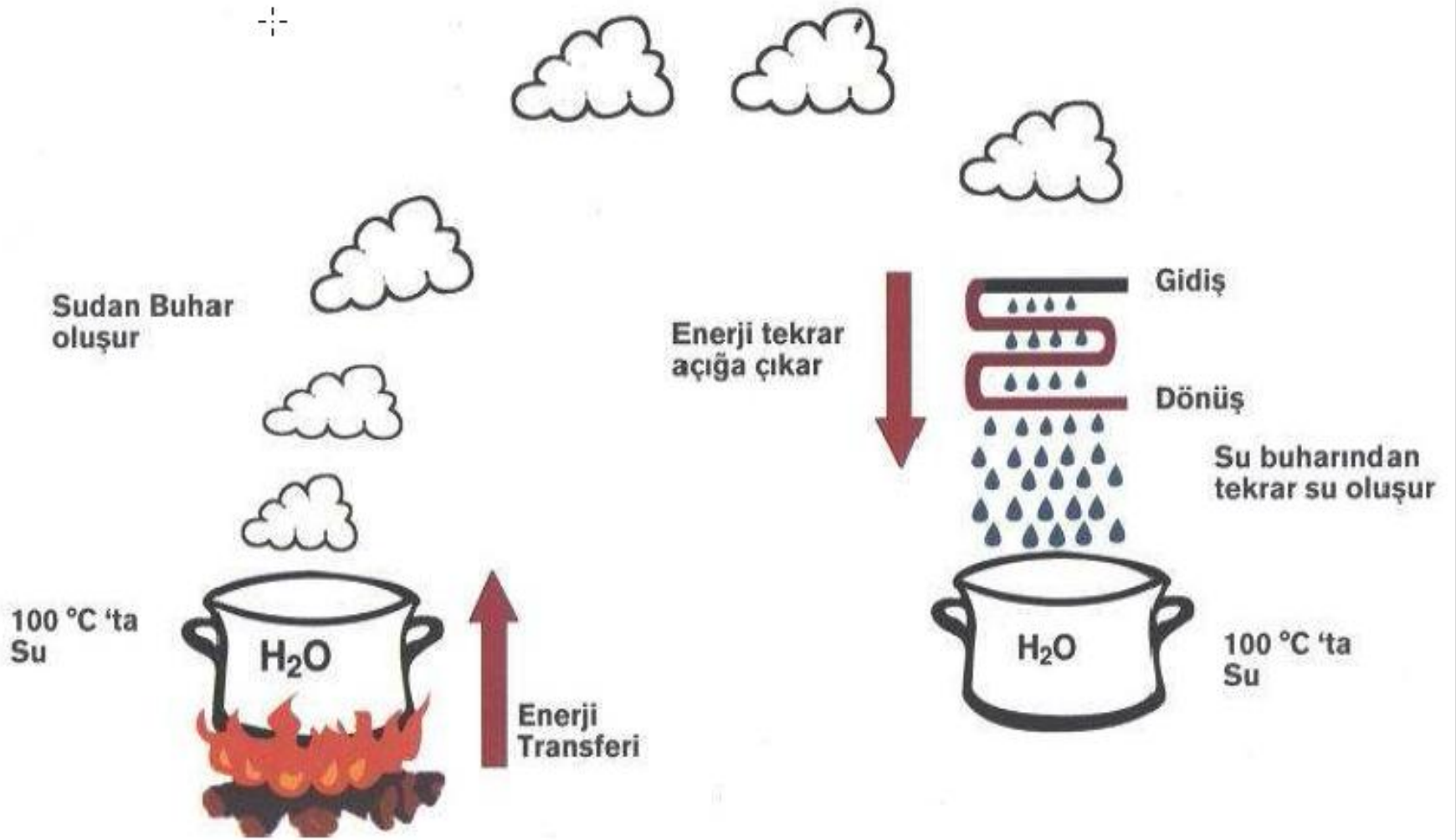
# TERMOSİFON

- Depolu Su Isıtıcıları, “sıcak su yükselir” prensibinden yararlanarak çalışır.
- Soğuk su, sıcak sudan daha yoğun olduğundan , deponun alt kısmında bulunur.
- Sıcak su kullanıldığında ısıtıcı ile gelen soğuk su ısıtılır.

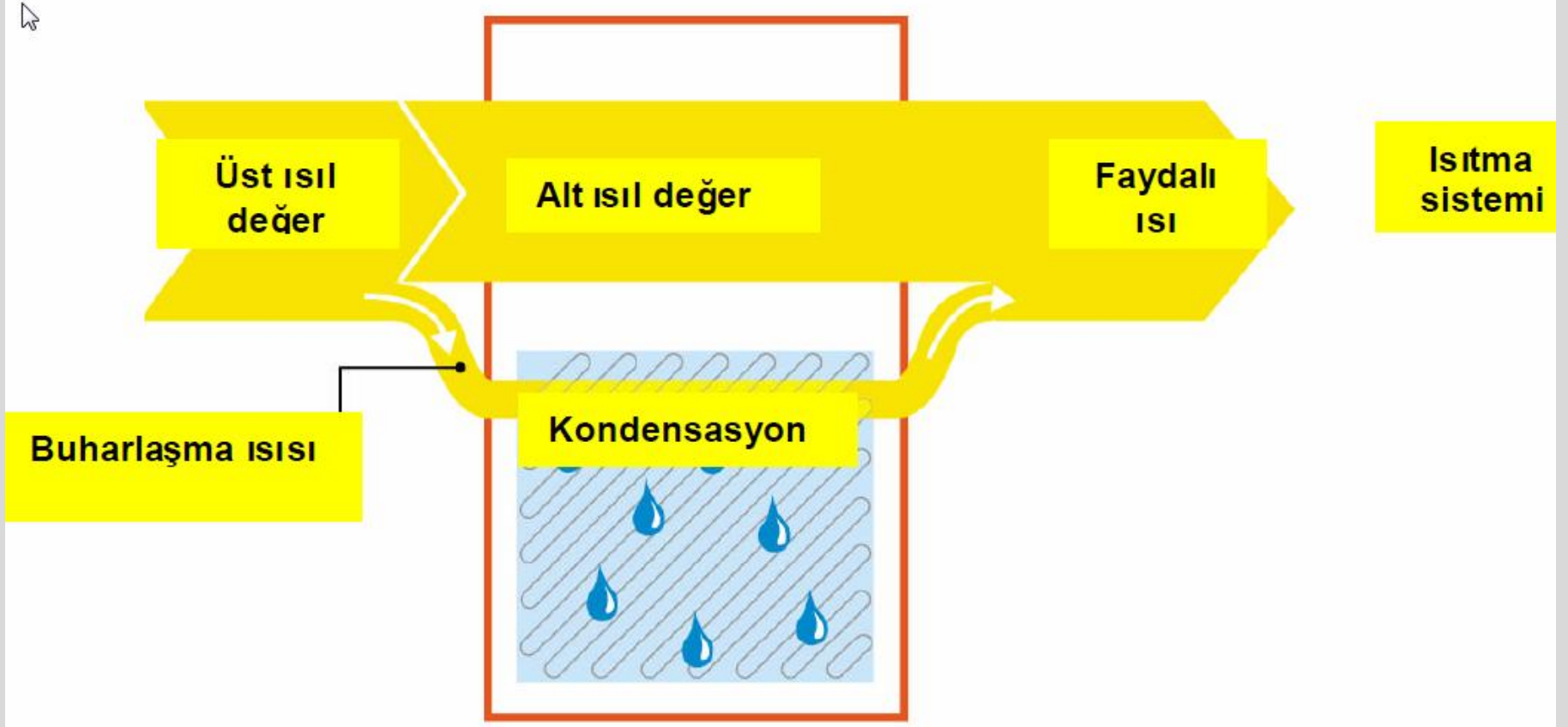


# CALISMA PRENSİBİNE VE VERİMLERİNE GÖRE ISITMA CİHAZLARI

- Isıtma cihazlarını alt ısı verim ve üst ısı verim tekniğine göre çalışan cihazlar olarak da ikiye ayırabiliriz.
- Normal koşullarda 1 m<sup>3</sup> gazın yanması sonucu açığa çıkan ürünlerden biri olan suyun buhar fazında sistemden atılmasıyla açığa çıkan enerjiye **Alt Isıl Değer** denilir. Yine normal koşullarda 1 m<sup>3</sup> gazın yanması sonucu açığa çıkan ürünlerden biri olan suyun sıvı fazında sistemden atılmasıyla açığa çıkan enerjiye ise **Üst Isıl Değer** denilir. Fiziksel yanma denklemine göre doğal gazın yakılması sonucunda Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve Su (H<sub>2</sub>O) oluşmaktadır. **Alt ısı değer tekniğine göre** çalışan ısıtıcı kazanlarda yanma sonucu oluşan **su buhar halindedir** ve bu buhardaki gizli ısıdan yararlanılamamaktadır. Oysaki **üst ısı değer tekniğine göre** çalışan kazanlarda ana prensip, baca gazı içerisindeki **su buharının yoğuşturularak gizli ısının geri** kazanılmasıdır.



## Kondensasyon cihazı



# ALT ISIL VERİME GORE CALISAN (KONVANSİYONEL) ISITMA CİHAZLARI

## Sobalar

- Isıtmada gaz yakıt kullanılması son yıllarda artan doğal gaz arzı ile hız kazanmıştır. Gaz sobaları, evlerin, büroların, okulların, dükkânların, vb. mekanların ısıtılmasında uygulama alanı bulmuştur.
- Toplantı odaları, bekleme salonları, banyolar, mutfaklar gibi kısa süreli ısıtılan yerler için de çok uygundur.
- Avantajları arasında, kullanım kolaylığı, kontrol olanağı, temiz işletme, her zaman kullanıma hazır olma, yakıt deposu gerektirmeme, gaz sayaçları ile kolay tüketim ölçümü, duvar tipi Hermetik cihazlarda bina bacasına ihtiyaç olmaması, yakıt bedelinin ucuz olması ve havayı kirletmemesi sayılabilir.

# DOĞAL GAZ SOBASI SINIFLANDIRILMASI

Gaz Tipi	Baca	Fan
Doğal Gaz	Bacalı	Fanlı
LPG	Hermetik	Fansız

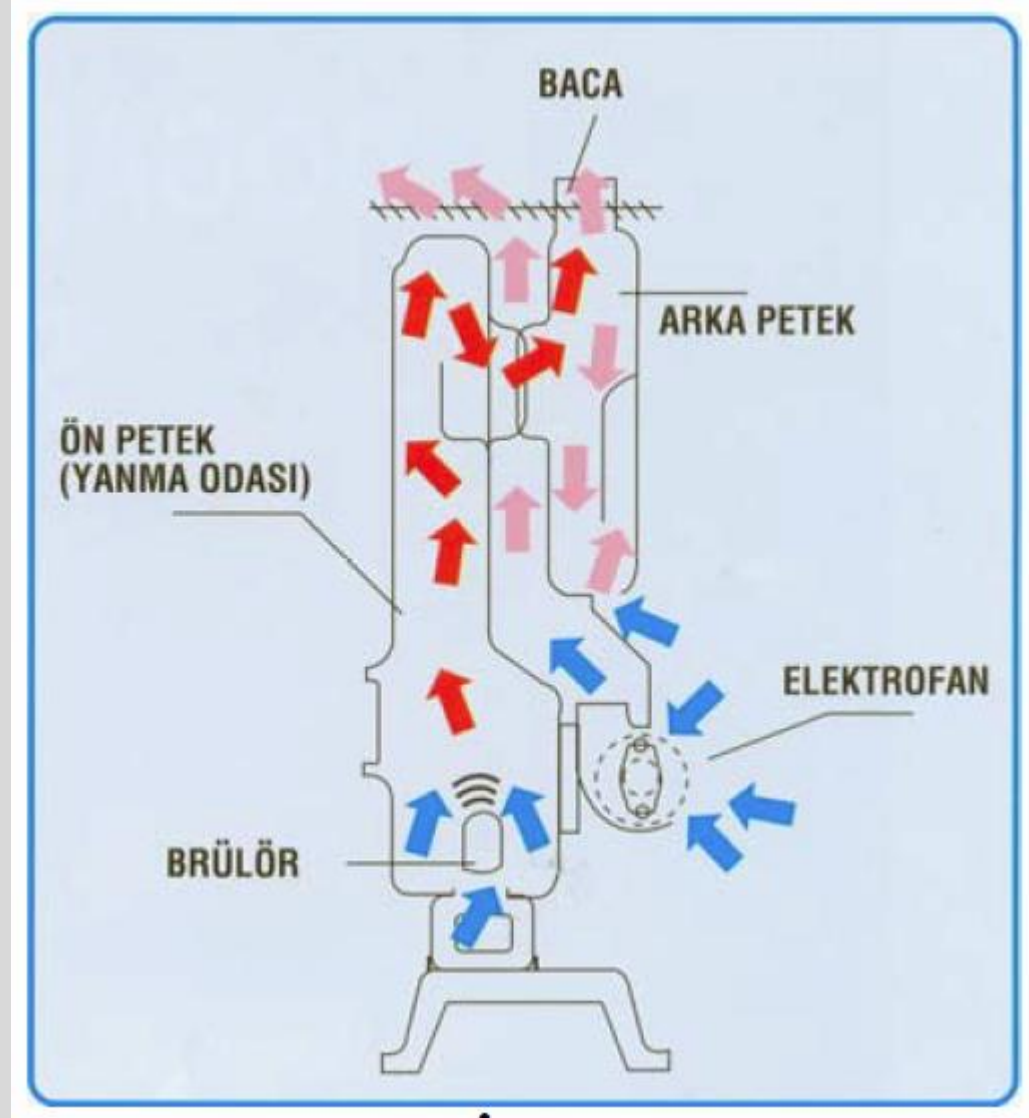
- Doğal Gaz için  
12.000 Bacalı - Fanlı ve Fansız  
6.000 Hermetik - Fansız
- LPG için  
9.000 Bacalı - Fanlı ve Fansız  
6.000 Hermetik – Fansız

kapasitelerinde modeller mevcuttur



# BACALI SOBA

- Yanma için gerekli olan hava ortamdan alınır. Yanmış gazlar bina bacası vasıtasıyla dış ortama atılır.



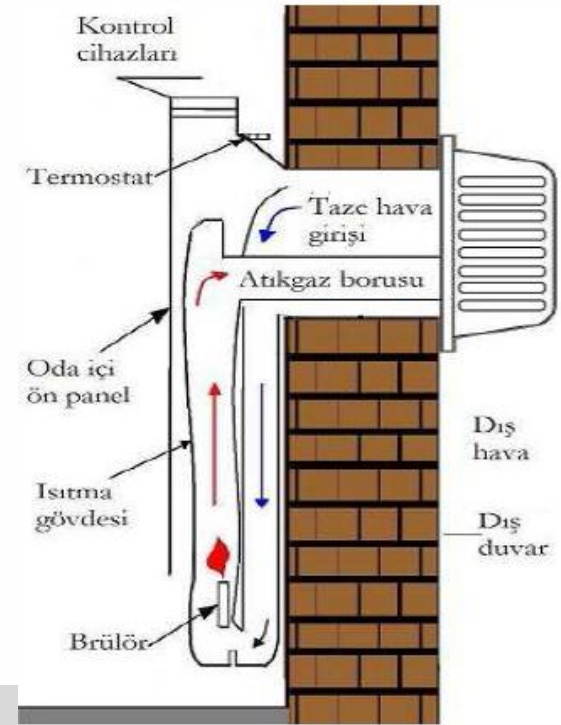
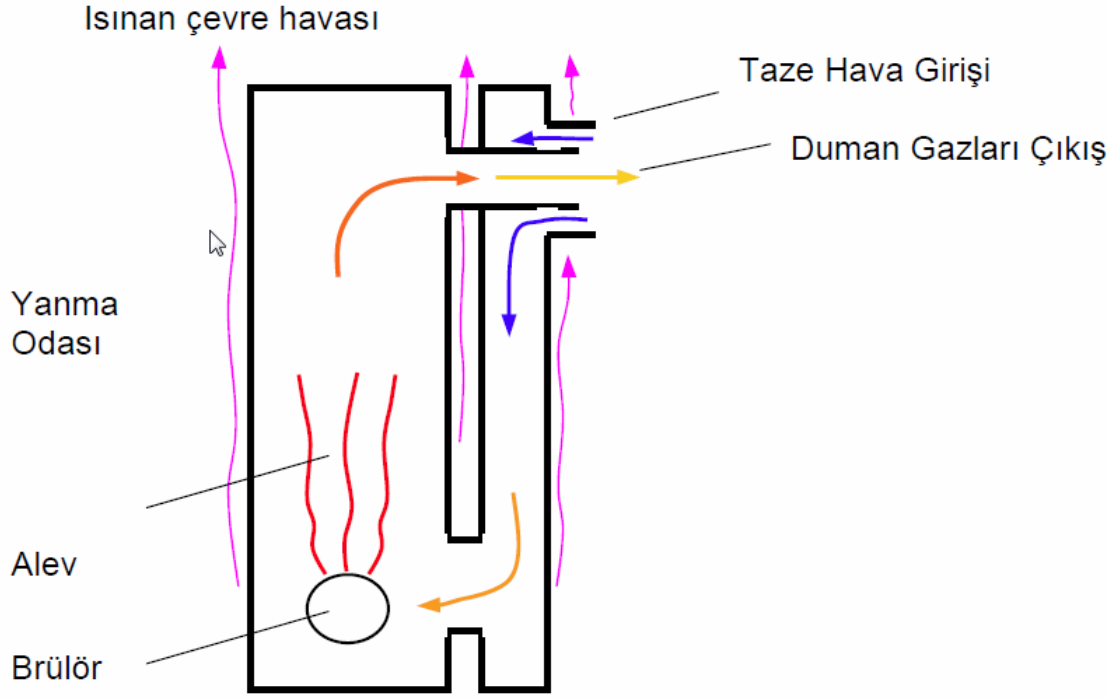
# HERMETİK SOBA

- Yanma için gerekli olan havanın cihazın bulunduğu ortam yerine dış havadan elde edildiği sistemlerdir.
- Hermetik baca sistemlerinde yanma ürünleri, kazanın herhangi bir doğal çekişli baca sistemine bağlanmadan bir boru vasıtası ile dışarı atılır ve yanma için gerekli olan taze hava yine aynı sistemle kazana ulaştırılır.
- Fanlı ve fansız tipleri mevcuttur.
- Fansız modellerin hiçbir elektrik tüketimi ve bağımlılığı olmadığından elektrik kesintilerinden etkilenmeden kullanılabilir.



## Hermetik modellerin avantajlar:

- Baca sistemine ihtiyacı yoktur. Hermetik baca (eş eksenli baca) ile direkt olarak atmosfere bağlanır.
- İçinde bulunduğu ortamdan bağımsız çalışmakta, ortam havasını kullanmamaktadır.



# DOĞALGAZ SOBALARINDA EMNİYET

- Gaz valfi ateşleme konumuna getirilerek gaz ayar düğmesi bastırılır. Bu konumda iken piezo çakmak ile ateşleme yapılır. Bunun sonucunda pilot alevi yanar ve termokupl tarafından algılanır. Ayar düğmesi bırakılır. Pilot yanmamış ise (veya sönerse) termokupl tarafından sistem kapatılır.
- Pilot ateşlemesi gerçekleştikten sonra valf üzerinden gaz ayarı yapılarak sistem çalıştırılır.
- Hem bacalı hem de hermetik sobalarda oda sıcaklığını algılayarak gaz ayarı yapan termostat bulunmaktadır. Fakat bu termostata kullanıcı tarafından müdahale edilemez.
- Bacalı modellerde herhangi bir baca problemine karşı baca termostati bulunmaktadır.
- Bacada tıkanma veya rüzgar nedeniyle geri tepme olursa baca gazı termostatın sıcaklığını yükselterek sistemi kapatmasını sağlar. Böylece baca emniyeti sağlanmış olur.

# KAT KALORİFERLERİ

Önceleri yalnız ısıtma amacı ile üretilmiş olan Kat kaloriferlerinin günümüzde kullanım suyu sağlayan modelleri de vardır. Kullanım suyu depolu veya ani ısıtma yapan esanjorlerle sağlanmaktadır.

Kat kaloriferleri, yanmanın gerçekleştiği brülör dokum dilimlerde ısıttığı sıcak suyun dolasını için pompa, kalorifer basınç emniyet ventili, eşanjor, genleşme deposu, termometre, manometre gibi bir çok tesisat ve güvenlik ekipmanını bünyesinde barındıran yer tipi paket ısıtma cihazlarıdır. Kapasiteleri 15 kW'dan 50 kW'a kadar olan kat kaloriferleri bir veya birden fazla kat ısıtmasında kullanılabilirlerdir.

Gazla çalışan kat kaloriferlerinde otomatik ateşleme sistemi, Pilot Alev, Gaz Kesme Emniyet Düzeni (Magnet Ventil), Otomatik Gaz Basınç Regülatörü gibi emniyet sistemleri bulunur.

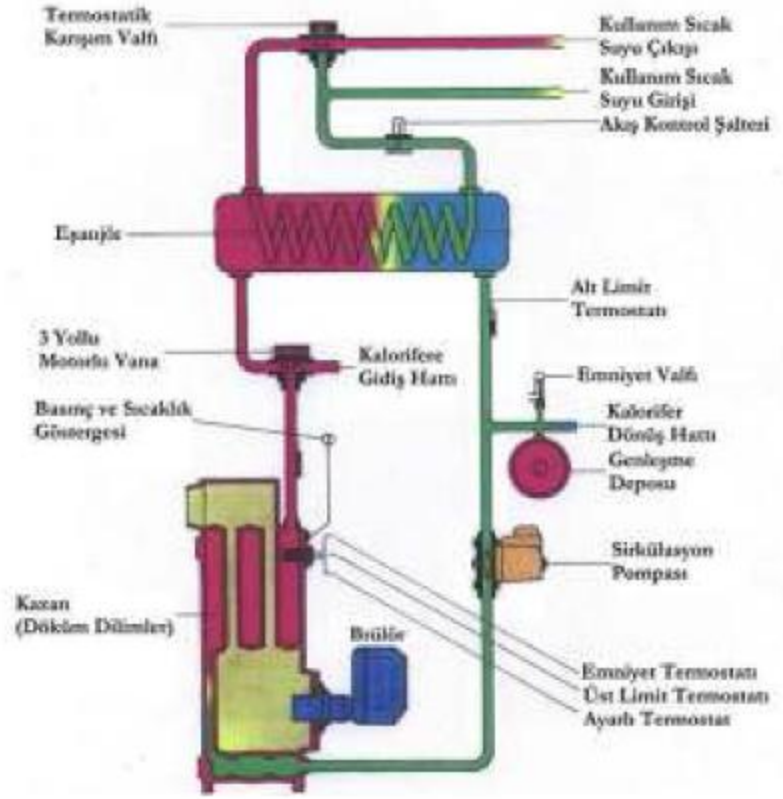
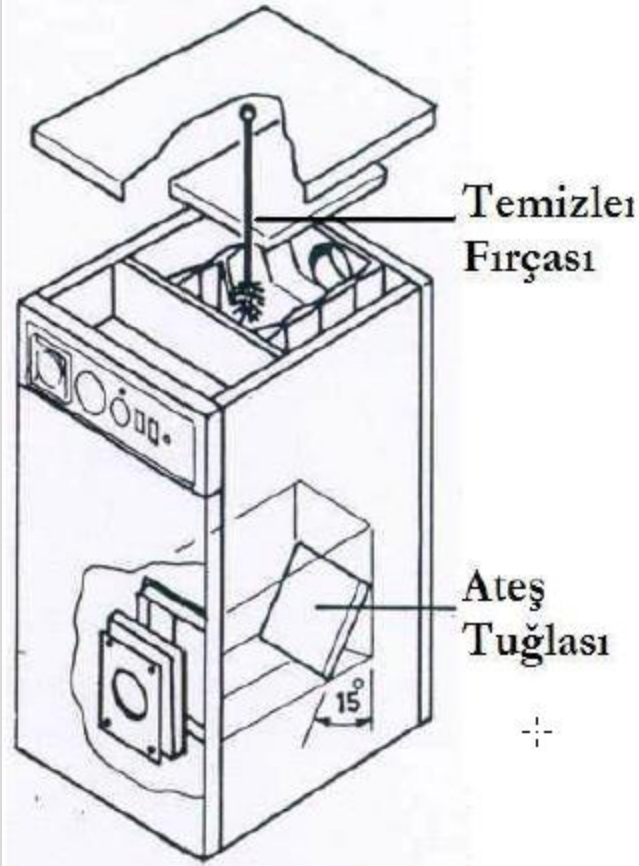
Davlumbazları geri tepmeye karşı emniyetli olarak yapılmıştır.

Kat kaloriferleri merkezi kazanlar gibi dokum dilimli veya Çelik gövdeli olmak üzere iki farklı malzemedен ve yer tipi olarak üretilmektedir.

Alt ısıtma verime göre çalışan dokum dilimli kat kaloriferlerini Atmosferik ve Üfleli olmak üzere ikiye ayırabiliriz.



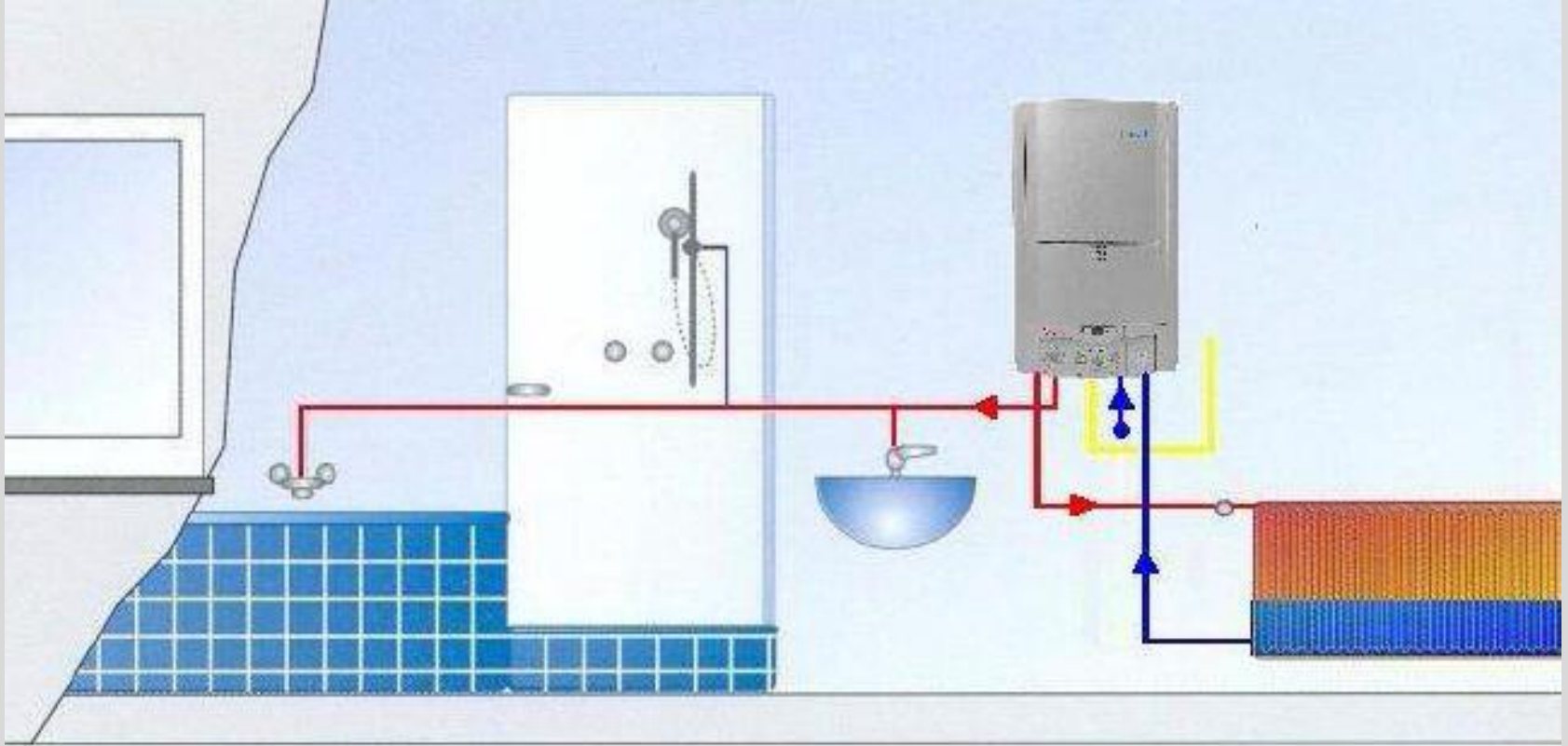
**Şekil.18** Atmosferik yer tipi kazan kesiti.



**Şekil.20** Üfleli tip döküm kat kaloriferi (alev tuğlası konumu ve döküm dilimlerin temizlenmesi) ile Fonksiyon seması [19].

# KOMBİLER (BİRLESİK SU ISITICILARI)

- Isıtma amacı ile kullanılan kat kaloriferi ile ani sıcak kullanım suyu sağlayan şofbenin işlevlerini bir arada yapan (kombine) birleşik duvar tipi su ısıtıcılarıdır.
- Kombi sözcüğü bu anlamı ile aslında kat kaloriferi olarak sınıflandırdığımız kapasiteleri de içermesine rağmen genel olarak az yer kaplayan duvar tipi gaz yakıtlı cihazlar olarak anlaşılır.



**Şekil.22** Birleşik su ısıtıcısı kombilerin kalorifer ve sıcak kullanım suyu tesisatı.

# KOMBİLERİN SINIFLANDIRILMASI

- Kombileri yanma havası sağlama ve atık gaz tahliye tiplerine göre:

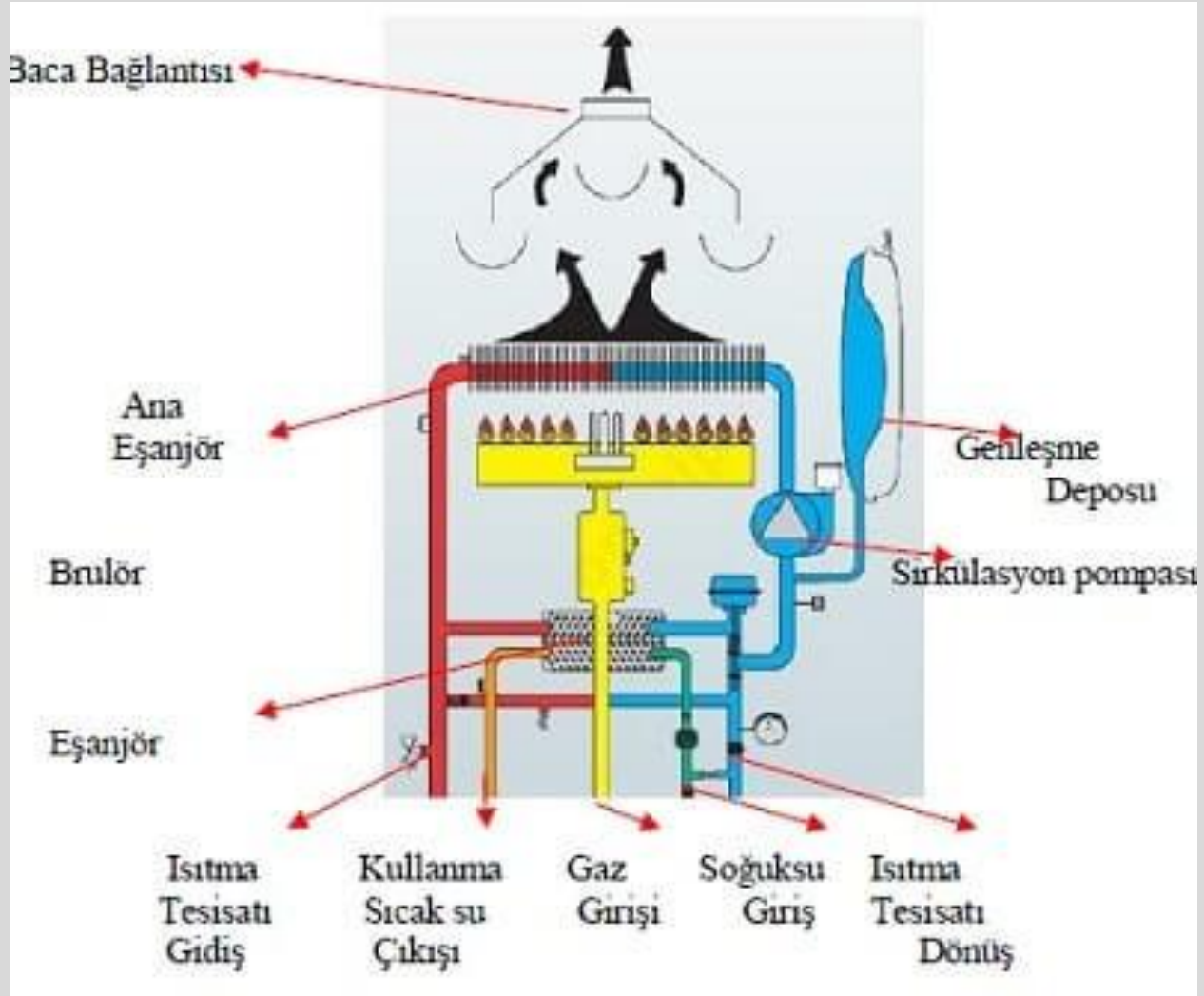
Bacalı, Fanlı-Bacalı ve Hermetik olarak sınıflandırabildiğimiz gibi, sıcak kullanım suyu sağlama tekniği ve çalışma prensibine göre:

- ✓ Ani su ısıtan; entegre esanjorlu (Bitermik), ayrı bir eşanjor (Monotermik)
- ✓ Depolu olarak sıcak kullanım suyu sağlayan; Boylerli modeller olarak sınıflandırabiliriz.



# BACALI KOMBİLER

- Bacalı Kombiler, açık yanma odalı olan ve bulunduğu ortamdan yanma havasını alarak gaz yakıtla [Doğalgaz veya LPG] yanmayı gerçekleştirdikten sonra atık gazları bina bacasından tahliye eden B tipi cihazlardır.
- Bacalı cihazların özellikleri gereği bulunduğu ortamın havalandırma şartları ve bağlı oldukları bina bacalarının yapısı standartlara uygun olmalıdır.
- Bacalı cihazları havalandırma ve baca şartlarının her ikisini de standartlar ölçüsünde sağlamanın zorluğu ve özellikle ülkemizde bacaların standartlara uymaması nedeni ile cihazların verimli bir şekilde çalıştırılması da zordur. Bu nedenle bir çok yerel gaz firması bu tip cihazların gaz açma işlemlerinde oldukça titiz davranmakta ve standartlara uymayan baca yapılarından dolayı şönt bacada dahi izin vermemektedirler.



**Bacalı Kombi**

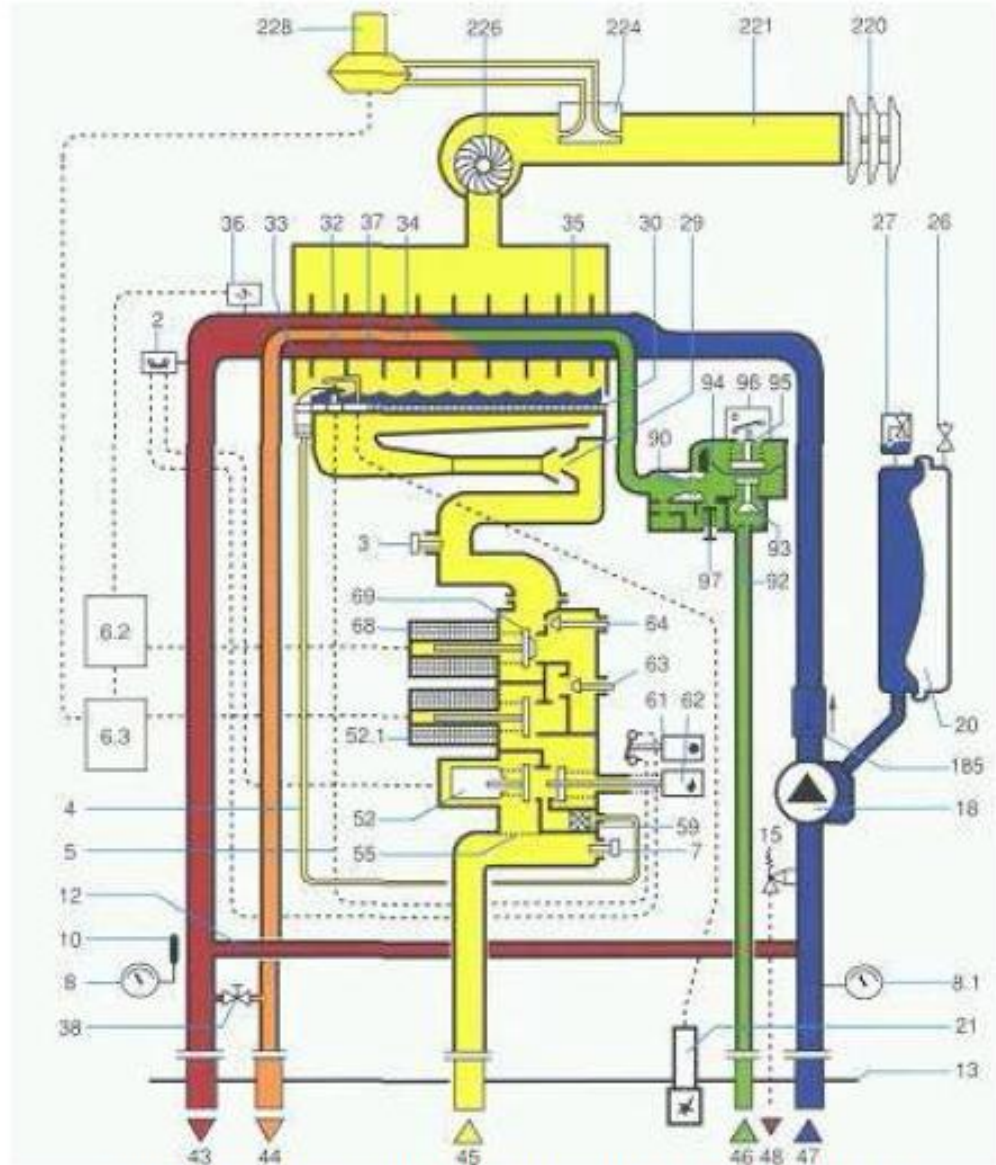
# FANLI-BACALI KOMBİLER

- Bacalı cihazlar gibi yanma havasını buldukları ortamdan alan açık yanma odalı bu cihazlar farklı olarak atık gazları bir fan yardımı ile dış atmosfere veya bacaya veren B1 tipi cihazlardır.
- Genellikle bacanın iyi çekmediği yerlerde bacaya pozitif bir basınç kazandırmak amacı ile veya baca olmayan yerlerde hermetik kombilerde olduğu gibi tek cidarlı özel baca setiyle bir dış duvardan ya da pencereden dış atmosfere verilerek kullanılır.
- Halen yaygın olarak satışı yapılmayan bu tür cihazların bina bacasına bağlantısı yerel gaz şirketleri tarafından uygun görülmemektedir.

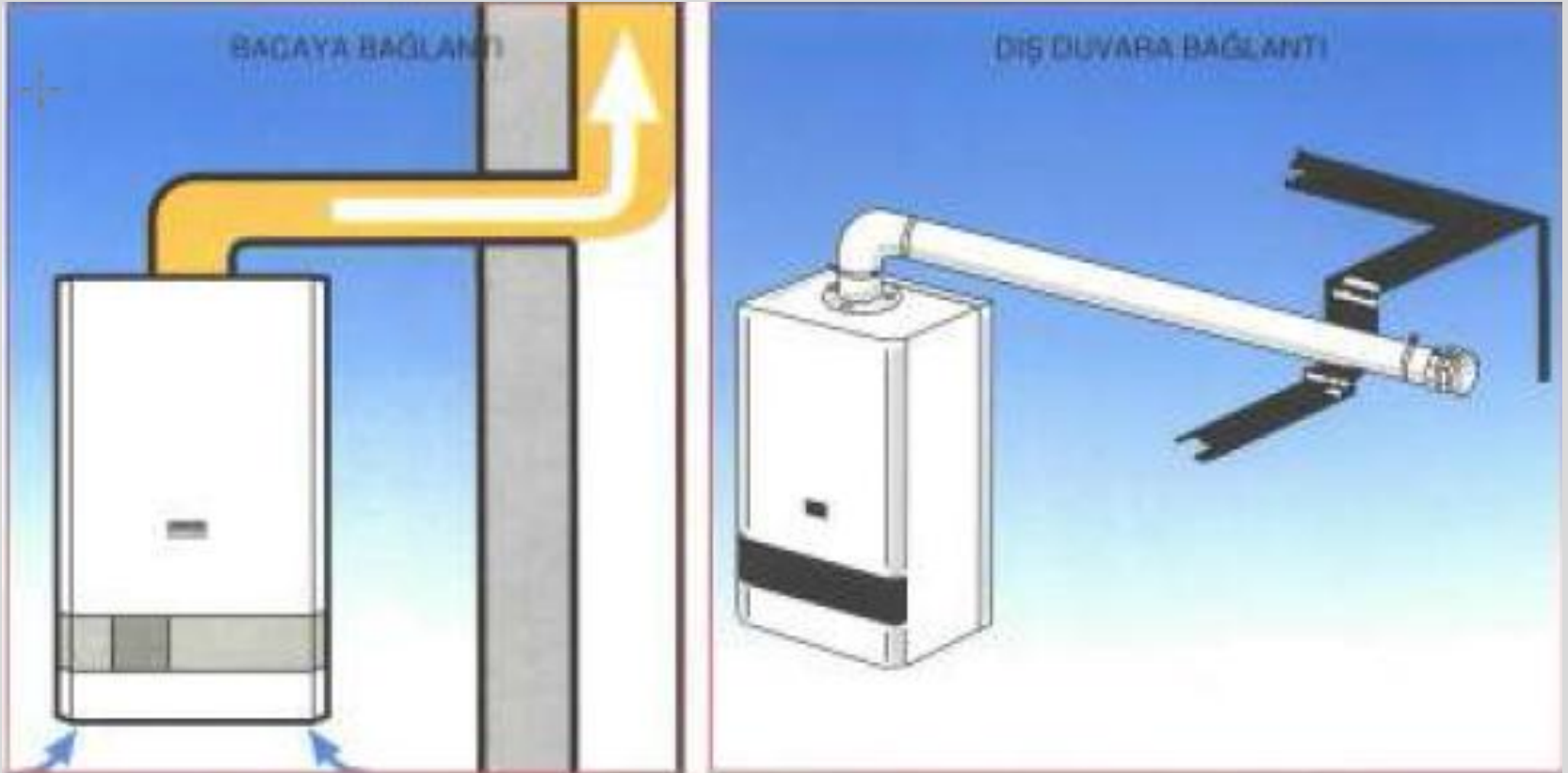
# FANLI-BACALI KOMBİLER

Şekil.24'de görüldüğü gibi bacalı cihazlardan farkı;

- 220) ile gösterilen *Rüzgarlık*,
- 221) ile gösterilen *Atık Gaz Borusu*,
- 224) ile gösterilen *Diferansiyel Basınç Sondası*,
- 228) ile gösterilen *Diferansiyel Basınç Şalteri*,
- 226) ile gösterilen *Fan*, parçalarından oluşmaktadır.



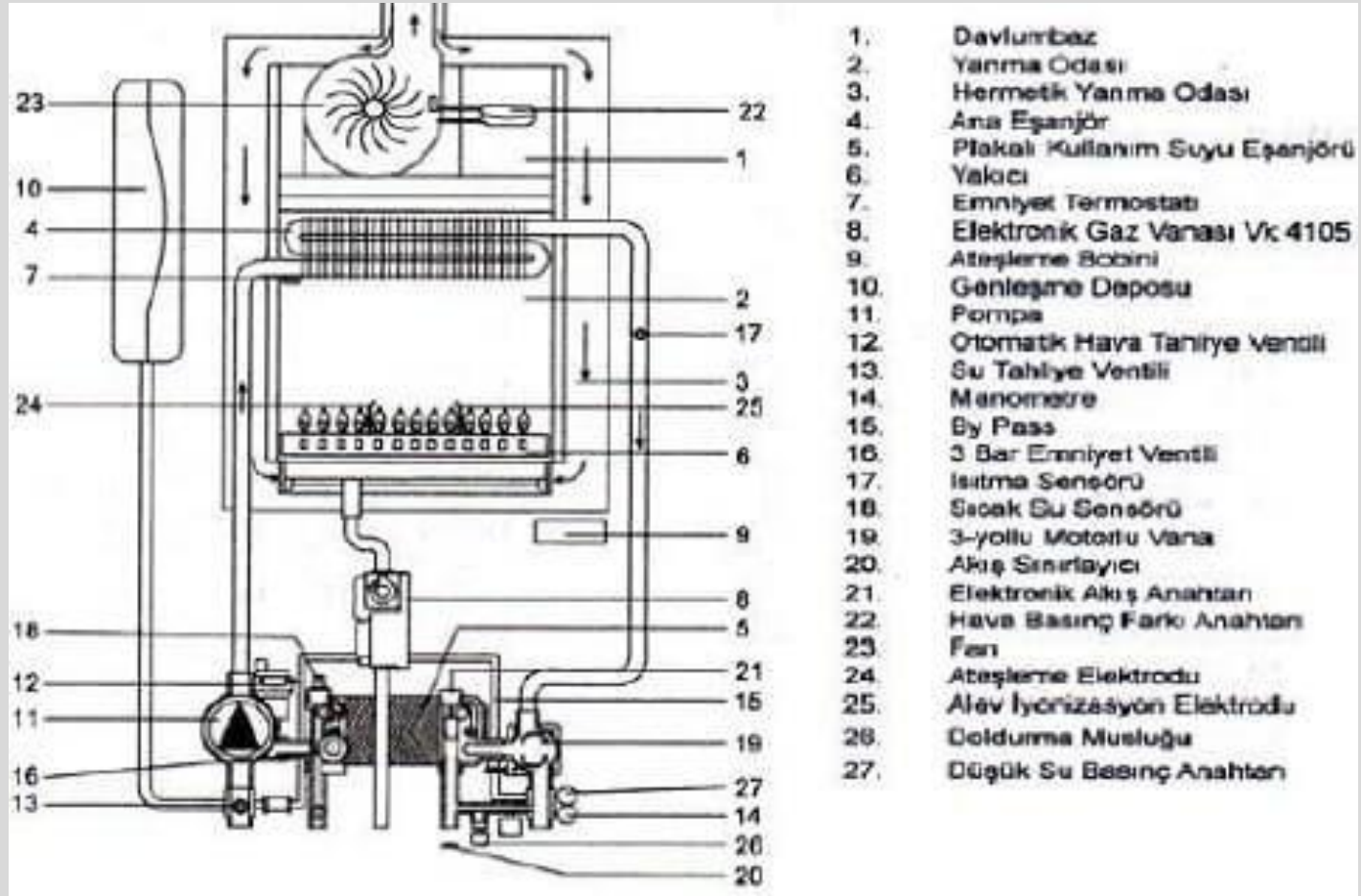
Şekil.24 Fanlı-Bacalı kombinin fonksiyon şeması [23].



**Şekil.25** Fanlı-Bacalı Kombinin Baca Bağlantı Tipleri [23].

# HERMETİK KOMBİLER

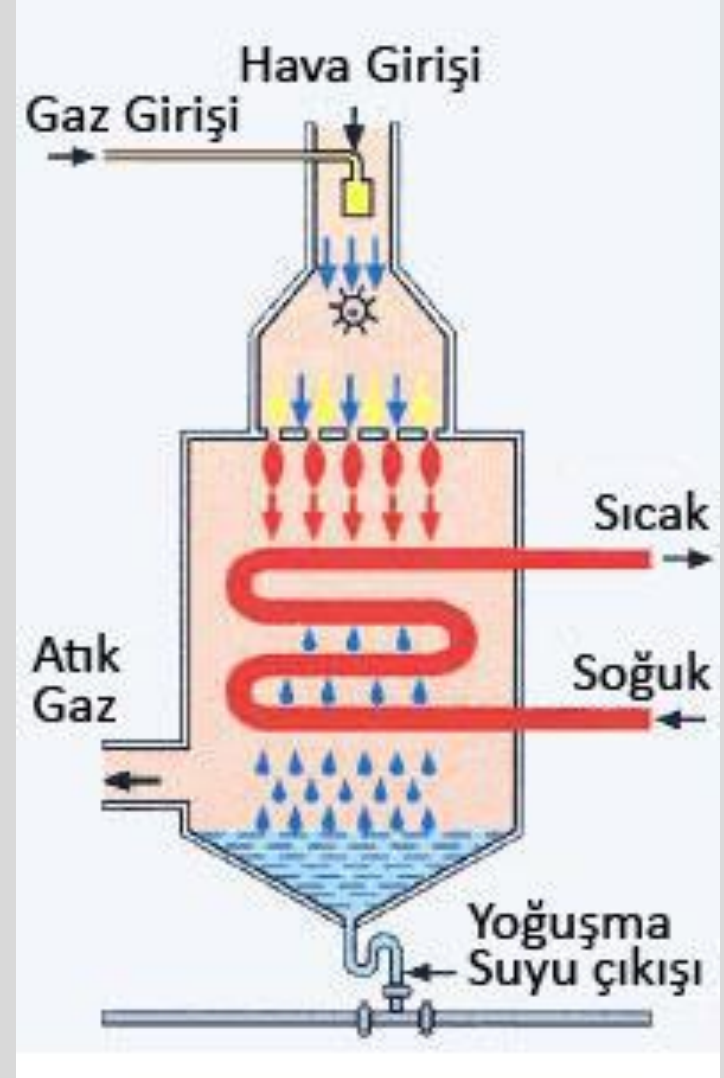
- Hermetik Kombiler, kapalı yanma odalı olup yanma havasını (bulunduğu ortamdan almadan) dış ortamdan özel konsantrik baca seti ile alan ve gaz yakıtla [Doğalgaz veya LPG] yanmayı gerçekleştirdikten sonra atık gazları yine baca seti ile tahliye eden C tipi (denge bacalı) cihazlardır.
- Bu tur cihazların atık gaz tahliyesi özel baca seti ile gerçekleştiğinden bina bacasına ihtiyaç yoktur. Ayrıca ortam havası da kullanılmadığından ortamın havalandırılması gerekmez.
- Hermetik kombiler yatak odası dışında atmosfere bitişik duvarı olan mahallere kurulabilmektedirler.
- Hermetik kombiler kullanım verimi açısından bacalı kombilerden daha üstündür. Çünkü bacalı kombiler gibi yanma işlemi için gereken yanma havası dış atmosferden sağlanmaktadır. Yanma havası fan yardımı ile belirli bir debide alındığından hava fazlalık katsayısı ve baca kayıpları da bacalı kombiye göre daha düşüktür.



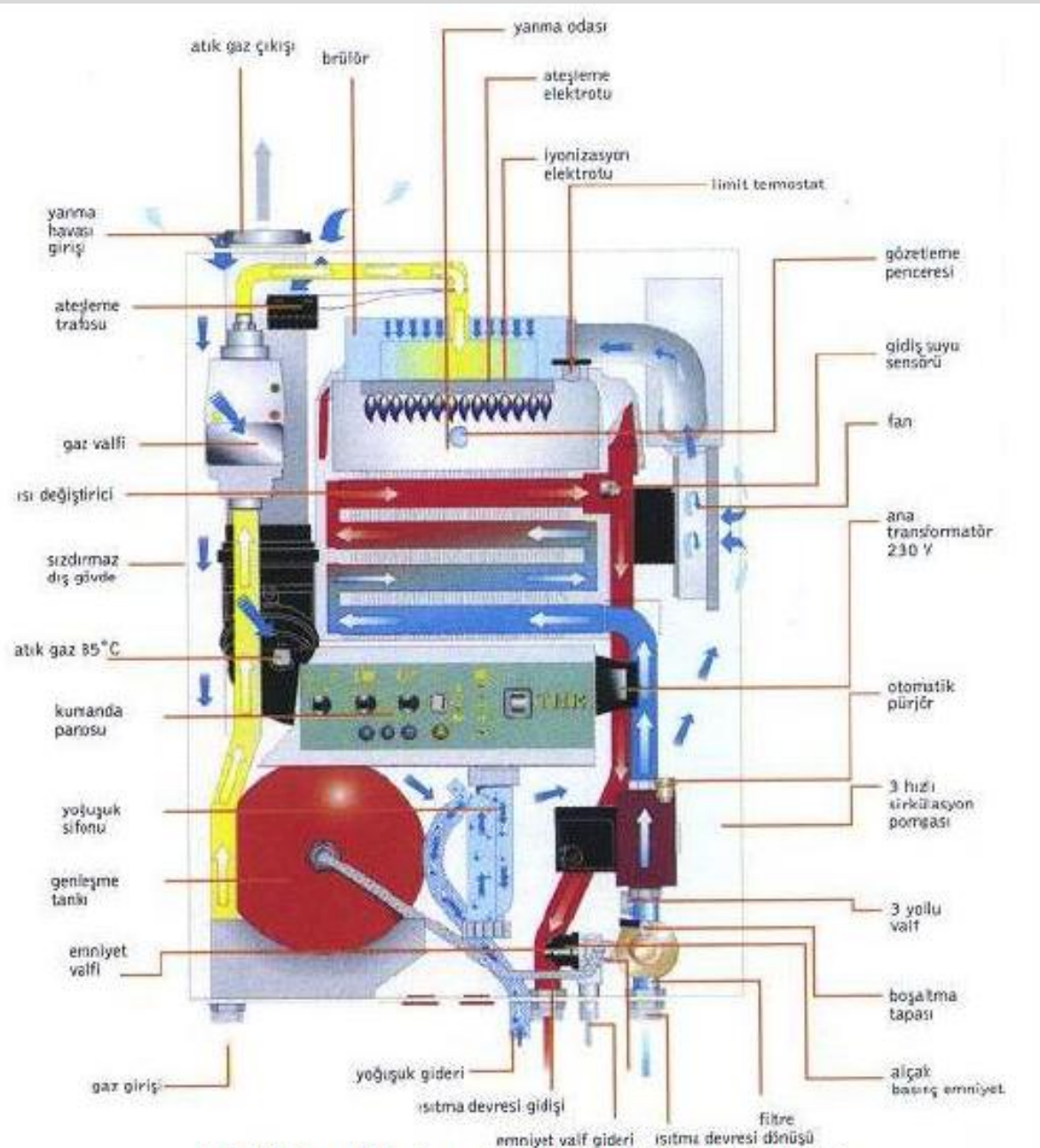
**Hermetik Kombi**

# UST ISIL VERİME GORE CALISAN (YOĞUSMALI) ISITMA CİHAZLARI VE TEKNİĞİ

Atık gazdaki su buharının yoğuşturulması ile elde edilecek ilave verim açıklanmıştı. Çevre bilincinin artmasıyla beraber yönetimlerce daha az zararlı yanma ürünleri çıkartan cihazların kullanılması için getirilen zorunluluklar, ısı yalıtımının önem kazanarak ısınma konforu için daha az enerjiye gereksinin duyan binaların yapılması, enerji maliyetlerinin gittikçe artan bir eğilime girmesi ısıtma cihazlarında olan talebin yönünü; daha az enerji tüketen, daha kompakt, çevreye çok duyarlı cihazlara yönlendirmiştir. Böylece ekonomi ve düşük atık gaz emisyonları talebini karşılayan yeni yoğuşmalı sistemle çalışan kombi, kat kaloriferi ve kazanların ortaya çıkmasına ve teknolojinin bu yönde gelişmesine neden olmuştur.





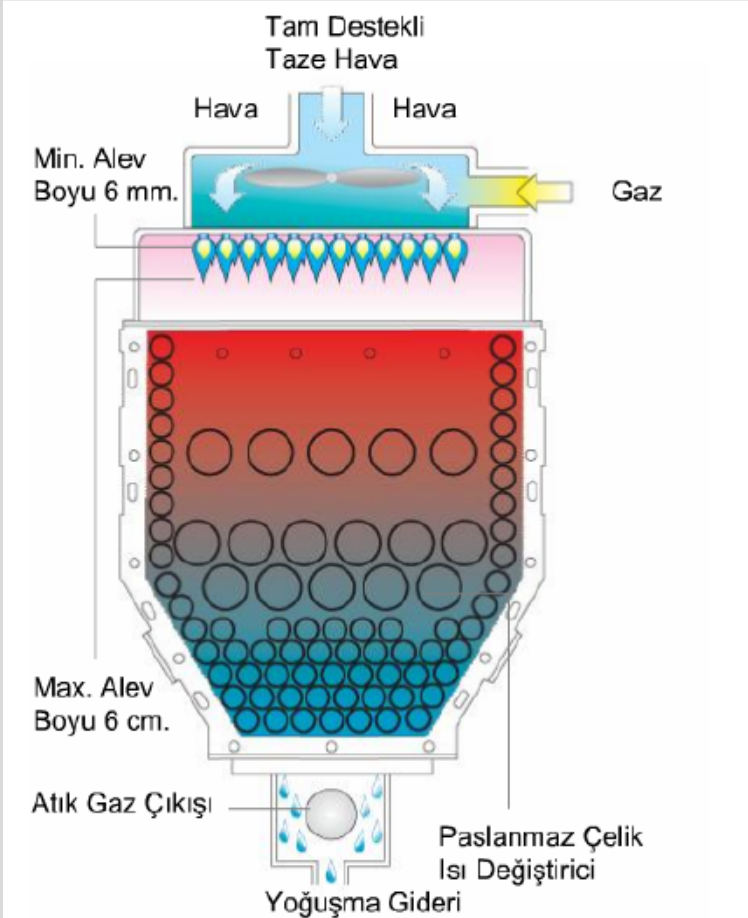


**Şekil.30** Duvar tipi yoğuşmalı bir cihazın fonksiyon şeması [27].

## Yoğuşmalı Kazan Nedir ? Nasıl Çalışır?

Yoğuşmalı kazanların çalışma prensibi hemen hemen normal fanlı cihazlar gibidir. En önemli fark ısı eşanjörlerinin yakıcıdan ve baca gazlarından daha fazla ısıyı absorbe edebilecek yapıda daha büyük bir alana sahip olmasıdır. Ana eşanjör, kazan dönüş suyu sıcaklığı yeteri kadar düşük olduğunda baca gazlarını 54 °C'nin altına düşürecek ve baca gazlarını soğutabilecek özelliğe sahiptir. Sıcaklığı 54 °C'nin altına düşürülen baca gazları içerisindeki su buharı yoğunlaşır ve su buharı içerisindeki gizli ısı geri kazanılarak kazanda kullanılır. Eğer bu kazanım yapılmamış olsa bu ısı baca gazlarıyla atık ısı olarak atılacaktır. Baca gazı sıcaklıkları klasik kazanlarda 200-250 °C iken bu değer yoğuşmalı kazanlarda 50-60 °C civarındadır ve potansiyel kazanç buradan elde edilmektedir.

# Neden 54 °C Yoğuşmalı Kazanlar İçin Sihirli Bir Sıcaklıktır?



Çünkü baca gazları içerisindeki su buharı 54 °C'de yoğuşmaya başlar. Yoğuşma olabilmesi için kazan geri dönen suyun sıcaklığının 50 °C'nin altında olması gerekir. Bu tip kazanlarda geçerli olan en önemli kural, kazan dönüş sıcaklığı ne kadar düşük ise kazan verimini o kadar yüksek olmasıdır. Bu nedenle kazanın uzun süre ve düşük sıcaklıkta çalışacak şekilde tesisat tasarımı çok önem kazanmaktadır. Dönüş suyu sıcaklığının asgari sıcaklığı 30 °C'dir

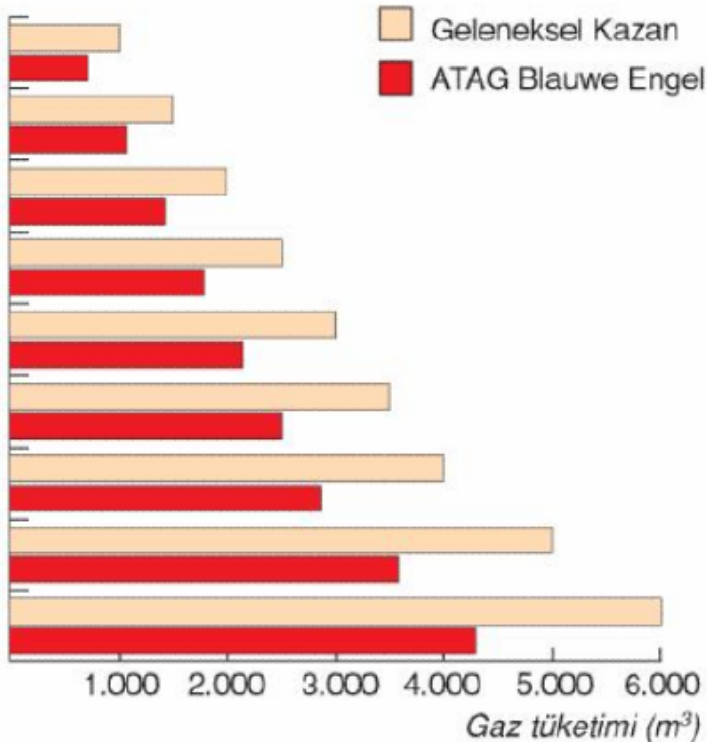
# Gerektiğinden Daha Büyük Kapasiteli Kazan mı Kullanmalıyım?



Kazan kapasiteleri ihtiyacı karşılayacak şekilde seçilmelidir. Gerektiğinden büyük seçilen klasik kazanlar düşük kapasitede kullanılacağından %3-5 daha düşük verimle çalışırlar. Yoğuşmalı kazanların gerektiğinden büyük seçilmesinin verim üzerindeki etkisi klasik kazanlardan daha azdır. Ancak gerektiğinden büyük seçilen kazan ilk yatırım bedelinin geri ödeme süresini uzatacaktır. Sonunda sorulması gereken soru kazancın ve masrafın dengelenmesidir.

# Yoğuşmalı Kazan İlk Yatırım Bedeli Daha Yüksektir. Geri Ödeme Süresi Nedir?

## Yakıt Tasarrufu



Yeni yapılacak bir tesisatta yoğuşmalı kazan kullanılması durumunda ilk yatırım maliyeti 600-800 Euro daha yüksek olacaktır. Bu bedelin geri ödeme süresi normal koşullar içerisinde ortalama 4 yıldır. Daha yüksek bedelli gaz faturaları bu ödeme süresini daha da kısaltacaktır. Eğer konutun ısı izolasyonu çok iyi ise gaz tüketimi normale göre çok daha az olacağından geri ödeme süresi uzayacak ve cihaz ömrüne yaklaşacaktır.

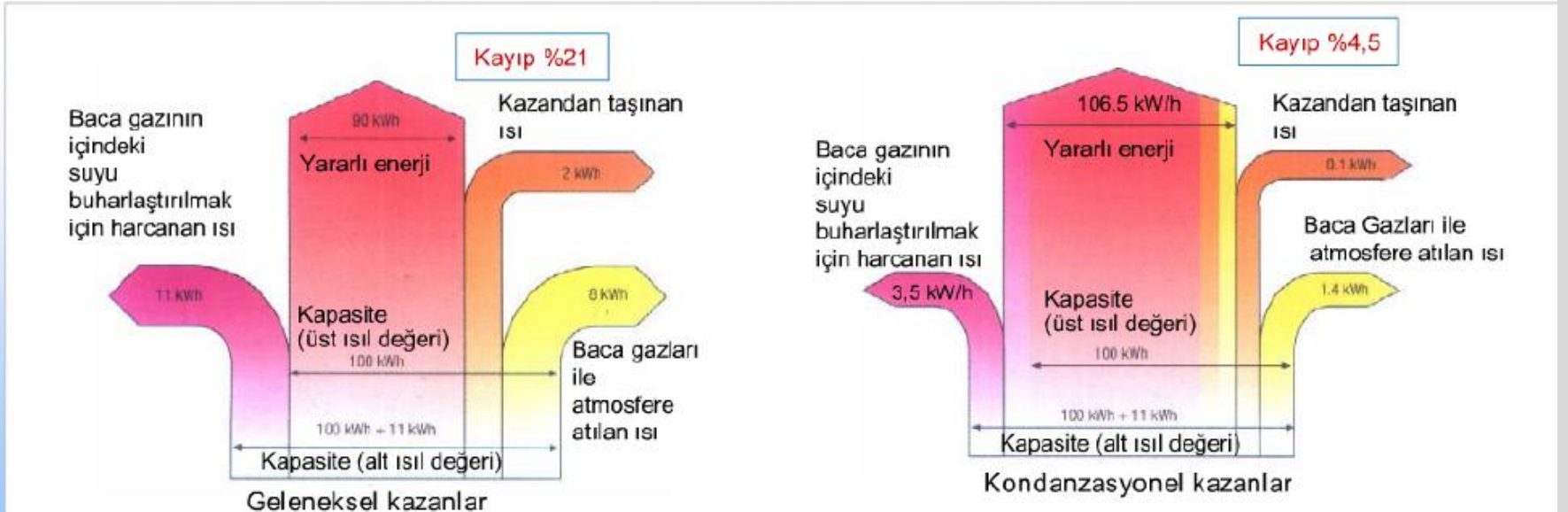
## Yoğuşmalı Kazanlar Sadece Yoğuştukları Zaman mı Verimlidir?

Yoğuşmalı kazanlar için ideal olanı radyatörlü ve yerden ısıtma sistemlerinde dönüş suyunun gerektiği kadar soğuk olması, baca gazındaki su buharının yoğuşturulması ve gizli ısıdan faydalanılmasıdır. Bu durumda yoğuşmalı kazan yüksek verimde kullanılacak ve klasik kazanlara oranla %15-20 daha fazla yakıt tasarrufu sağlanacaktır. Ancak aynı çalışma koşullarında yoğuşma olmaksızın bile yoğuşmalı kazanların verimleri klasik kazanlara göre % 8-10 daha yüksektir. Çünkü yoğuşmalı kazanlarda kullanılan ana esanjörlerin ısı transferi alanları daha büyük olmakla beraber yanma havası miktarı yakıt tüketimine göre ayarlanmaktadır.

Yoğuşmalı kazanların kullanılacağı tesisatlarda gerektiğinden daha fazla radyatör kullanılması kazanın daha sık yoğuşma yapmasını temin edecektir. Ancak bu genellikle efektif bir yöntem değildir. Radyatörler klasik kazanlarda olduğu gibi seçilmelidir.

# Neden Daha Uygun Fiyatlı, Yüksek Verimle Çalışan Bir Klasik Kazan Satın Almamalıyım?

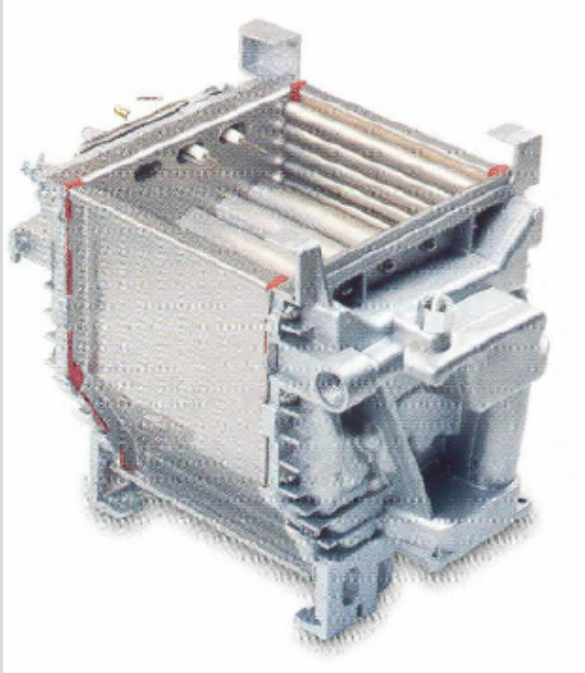
İki kazanı mukayese ederken yıllık ortalama verim değerine bakmak doğru olacaktır. Yapılan ölçümler yıllık ortalama kullanım veriminin; klasik kazanlarda % 80'den daha düşük (alt ısı değerine göre) olduğunu, yoğuşmalı kazanlarda ise % 95'lere ulaşılabilirdiğini göstermektedir.



# Yoğuşmalı Kazanın Önemli Parçaları Nelerdir?

+

## Eşanjör



Yoğuşmalı kazanların ebatları aynı kapasiteli klasik kazanlara oranla daha büyüktür. Çünkü ana eşanjörün ısıtma alanı klasik kazanlara göre daha fazladır. Daha geniş alanlı olarak tasarlanan ısı eşanjörünün korozyona dayanıklı olabilmesi için alüminyum döküm veya pazlanmaz çelik malzemedен yapılır. Diğer önemli parçaları ise ön karıştırmalı brülör sistemleri ile gelişmiş bir elektronik kontrol ünitesidir. Yoğuşan suyun tahliyesi bir sifon yardımıyla gerçekleşir.



## Brülör



Yoğuşmalı kazanlarda kullanılan brülörler ortak özellikleri ;

- Yüksek verimle çalışmaları,
- Geniş modülasyon aralıkları,
- Kullanılan gaz cinsine göre kolay ayarlanmaları,
- Servis ve bakım kolaylığı dikkate alınarak tasarlanmış olmalarıdır.

Geniş kapasite aralığında yapılan modülasyonla konutun o anki ısınma ihtiyacına göre gerekli ısı enerjisi en verimli şekilde üretilmekte, böylece hem yakıt ekonomisi hem sürekli sağlanan yanma ile dur-kalk işletmesi olarak adlandırılan çalışma tarzından kurtulmuş temiz bir yanma elde edilmiş olmaktadır

## Modülasyon ve Önemi Nedir?

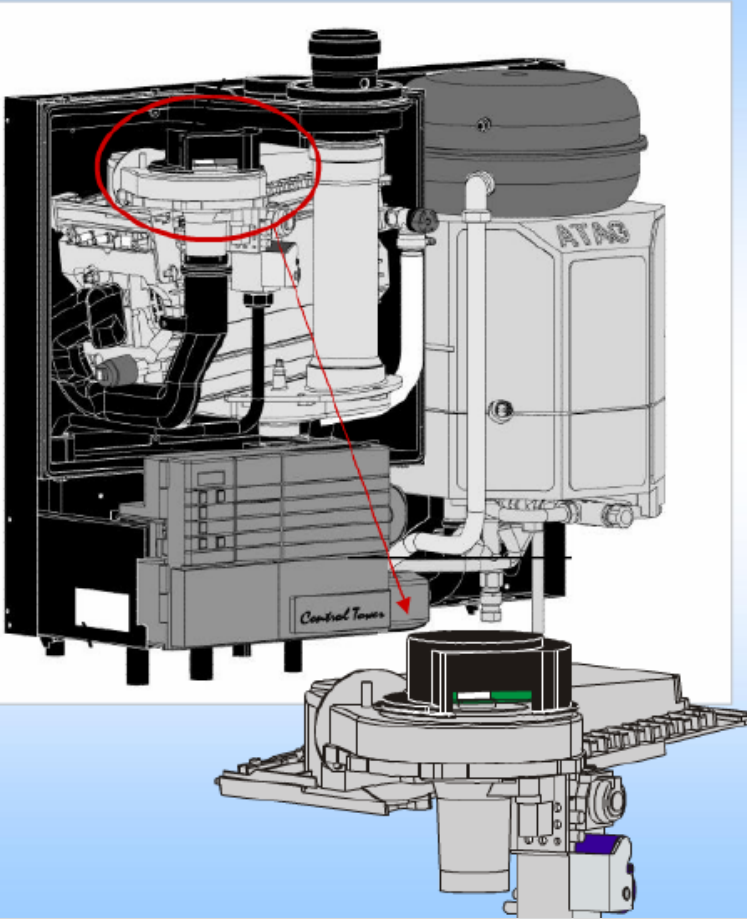
Yanma için en önemli iki unsur yakıt ve havadır. Bir brülörden konutun o anki ısı gereksinimine göre uygun yanmanın elde edilebilmesi iyi bir elektronik algılama ve kontrol sistemi ile hava ve gazın ayrı kontrol edilmesi tam modülasyon için önem kazanmaktadır.

Modülasyon; ihtiyaca göre brülör gücünün ayarlanması olarak tanımlanır. Modülasyon ile brülörün dur-kalk çalışması engellenir, ısıtma konforu artırılır, sistem kayıpları minimize edilir ve ateşleme esnasında oluşan zararlı madde emisyonları azaltılır.



## Fan

Sistemin en önemli iki elemanı fan ve gaz valfidir. Değişken hızlı fan, gerekli devir sayısını sağlayan sinyali, dış hava sıcaklığını referans alan ve yanma için gerekli hava miktarını sağlayacak optimum fan devir sayısını hesaplayan elektronik regülasyon sisteminden alır. Sinyal konutun o anki hava koşullarında ısıtılabilmesi için gerekli olan enerjiyi temin edecek yanmayı sağlayacak hava miktarına göre fan devrini ayarlar. Değişken hızlı, DC motorlu kazan besleme fanı elektrik tüketimini klasik kazanlara göre % 15-50 arasında azaltmaktadır.



# BACA

Konut ve benzeri binalarda, yanma sonucu ortaya çıkan gazları atmosfere atmaya yarayan, bina içine veya binaya bitişik olarak silindir, kare, dikdörtgen prizma şeklinde inşa edilmiş, tuğladan, betondan, betonarmeden veya çelikten malzemedan yapılmış içi boş bir bina bölümüdür.

- Bacalar, doğal çekişli ve zorlanmış çekişli olarak ikiye ayrılır.
- Yanma için gerekli havanın emilmesi ve yanma ürünlerinin kazanda duman yollarında istenilen hızda dolaştırılması bacadaki doğal çekişle sağlanıyorsa, buna doğal çekişli baca adı verilir. Burada çekişi oluşturan kuvvet sıcaklık farkı dolayısı ile oluşan yoğunluk farkıdır.
- Zorlanmış çekişli bacalarda ise çekme kuvveti bir emiş fanı ile oluşturulur.

# BACA PROBLEMLERİ

- Yetersiz baca çekişİ
- Baca içerisinde su oluşumu (Yoğuşma)
- Geri tepme



# YETERSİZ BACA ÇEKİŞİ

- Baca yapımında kullanılan malzeme ve baca dizaynından kaynaklanan basınç kayıpları ile kötü-yetersiz izolasyon ve baca içine soğuk hava girişinden ötürü sıcaklık kaybından dolayı bacalarda çekiş kusurları görülür.
- Bunun yanında bacanın çatıdan yüksekliğı ve diğeri yapı elamanları ile arasındaki uyumsuzluk da çekiş etkileyen faktörlerdir.

## BACA İÇERİSİNDE SU OLUŞUMU (YOĞUNLAŞMA)

- Baca gazındaki su buharının soğuk yüzeylere çarpması ile oluşur. Bu istenmeyen bir durumdur. Baca iç yüzeylerinin soğumasını önlemek için yalıtımın iyi olması ve baca kesitinin uygun seçilmesi gerekir.
- Yoğunlaşmanın gerçekleşmemesi için baca çıkışındaki baca gazı sıcaklığı yoğunlaşma noktasının ( ~ 50 °C ) altına düşmemelidir. Eğer baca içi sıcaklık yoğunlaşma noktasının altına düşerse yoğunlaşma ve baca malzemesi zarar görür. Yoğunlaşan sudan baca malzemesinin zarar görmemesi için neme dayanıklı malzeme kullanmak gerekir.

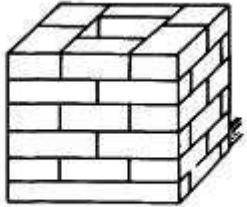
# GERİ TEPME

- Bacaların ilk çalışması sırasında baca gazlarının baca içerisindeki soğuk havayı dışarı itememesi durumunda veya baca yüksekliğinin uygun ölçüde yapılmaması sonucu olarak baca içerisine dolan dış havanın bacanın çekişini engellemesi ile meydana gelir.
- Çözümü; ilk çalıştırma sırasında alevi yüksek dumanı az maddeler (gazete üstü v.b) yakılarak bacanın çekişini başlatmak ve baca yüksekliğinin mahyadan en az 50 cm olmasını sağlamaktır.

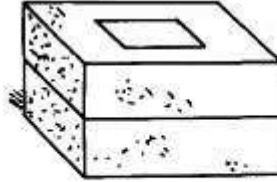


# BACALARIN SINIFLANDIRILMASI

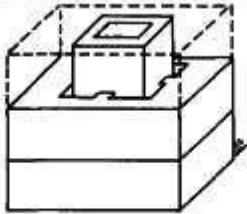
- Adi Bacalar
- Ortak ( Şönt ) Bacalar
- Müstakil ( Ferdi ) Bacalar



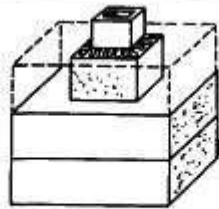
Şekil 2 : Tuğladan Örülmüş Tek Cidarlı Baca



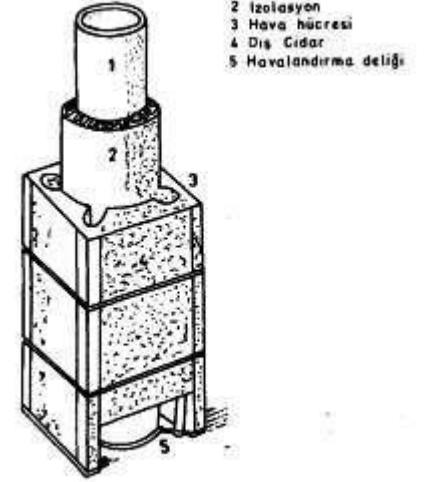
Şekil 3 : Form Parçalardan Oluşmuş Tek Cidarlı Baca



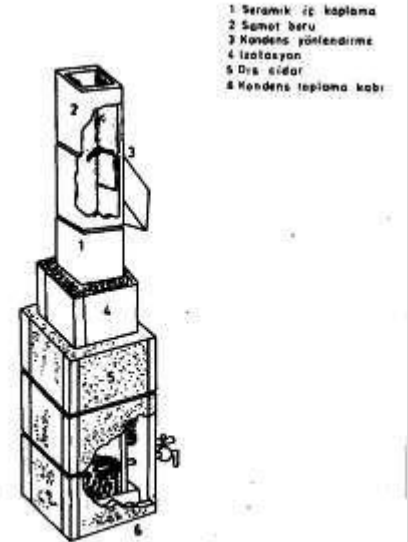
Şekil 4 : Form Parçalardan Oluşan Çift Cidarlı Baca



Şekil 5 : İzolasyon Malzemeli Üç Cidarlı Baca



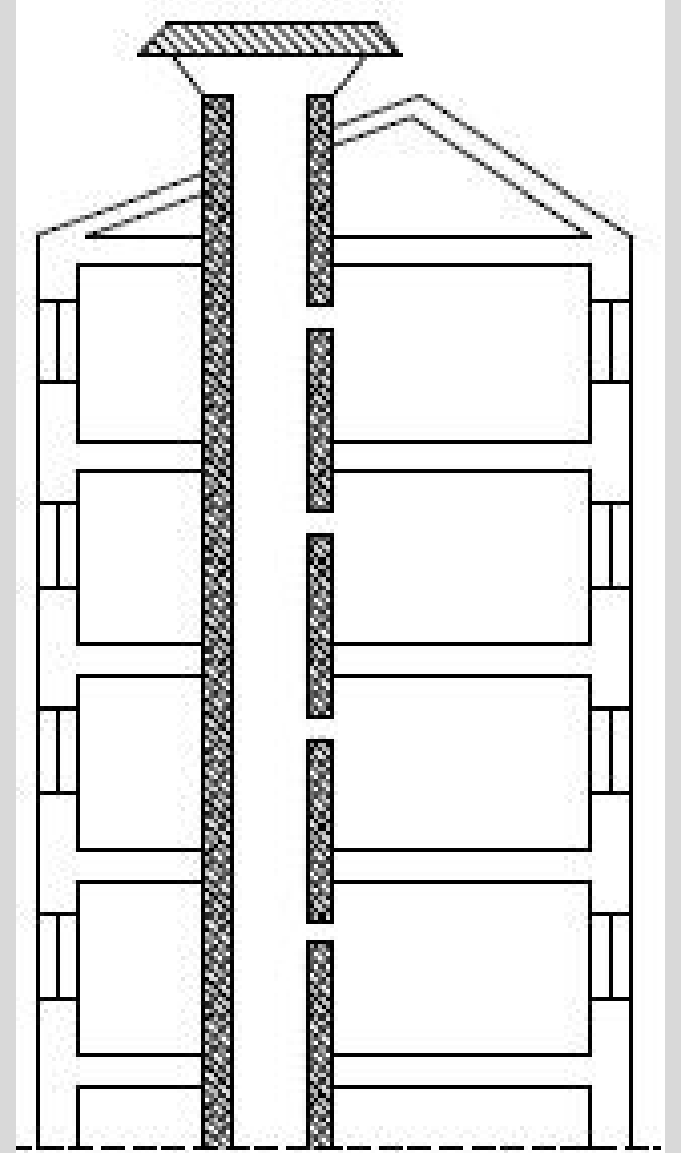
Şekil 6 : Havalandırmalı Baca



Şekil 7 : Su Geçirmez İç Cidarlı Baca

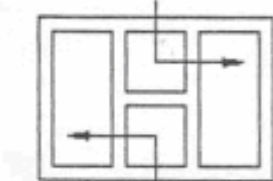
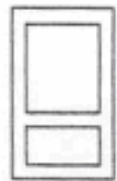
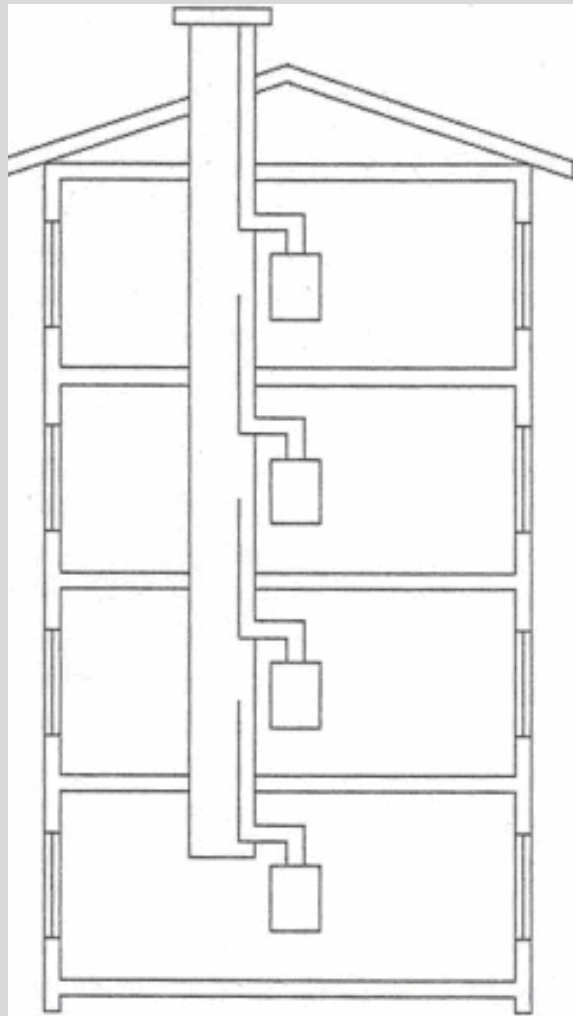
# ADİ BACALAR

- Tek kolon halinde zeminden çatıya kadar yükselen birden fazla birimin kullanacağı şekilde tasarlanmış bacalara adi baca denir. **Bu tip bacalara, doğal gaz cihazı bağlanamaz.**

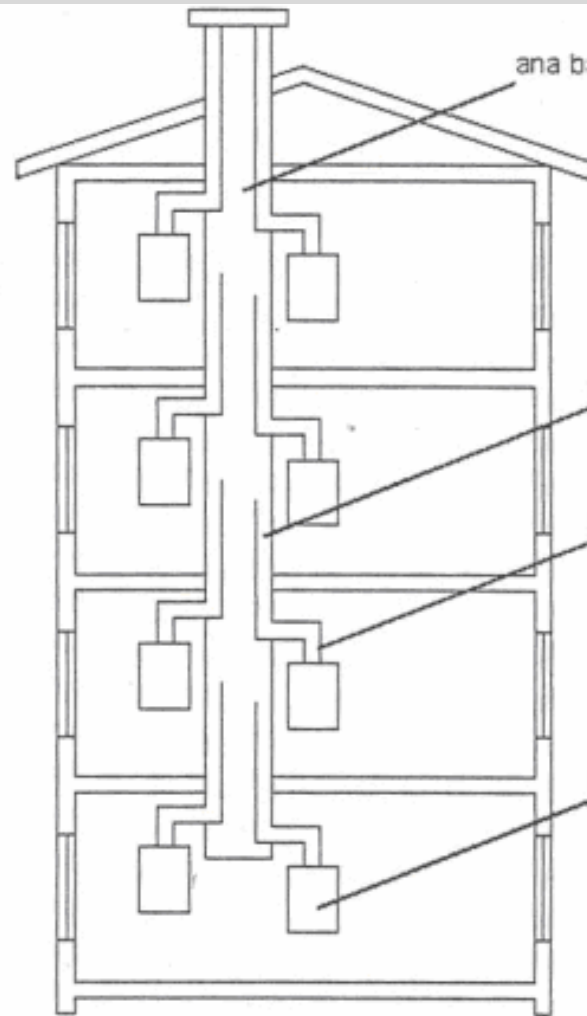


# ORTAK (ŞÖNT) BACALAR

- Zemin çatıya kadar yükselen ve buna bağlanan her birime ait branşmanlardan oluşan bacaya şönt baca denir. Bu tip bacalar son katlarda müstakil baca olarak yükselir. Bu katın etkili baca yüksekliği minimum 4 m olmalıdır.
- Üflemeli brülörlü cihazlar bu bacalara bağlanamaz.
- şönt bacaya doğalgazlı cihazlar bağlanacaksa diğer birimlere katı ve sıvı yakıtlı yakıcı cihazlar bağlanamaz.
- Her katta iki daire bulunuyor ve dairelerdeki bacalı cihazlar bir branşman yoluyla aynı ana bacaya bağlanıyorsa bu bacaya ikili şönt baca denir. **Bu tip bacalara doğağ gaz yakıcı bağlanamaz.**



Tekli Şönt Baca

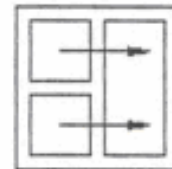
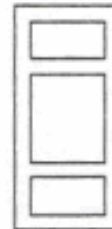


ana baca

şönt branşmanı (min. 1,2 m)

baca bağlantısı

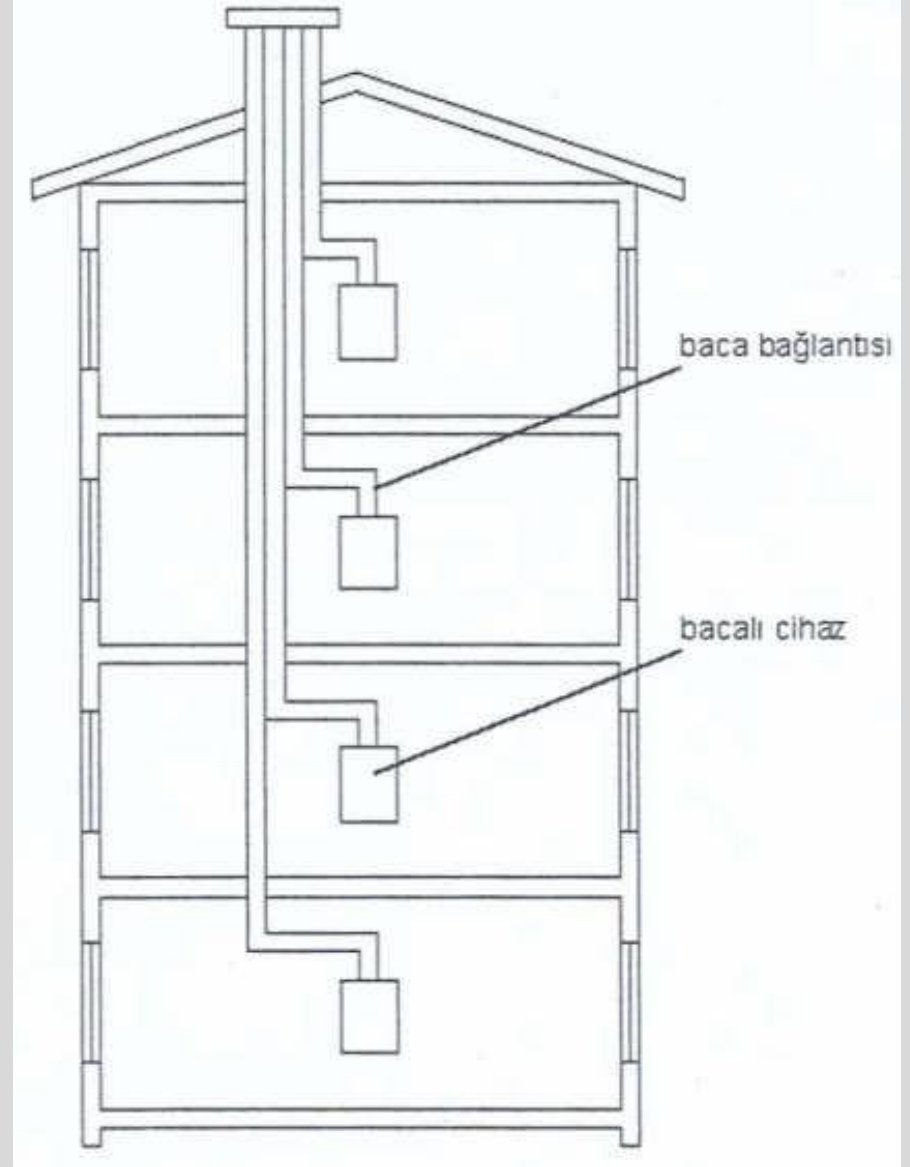
bacalı cihaz



İkili Şönt Baca

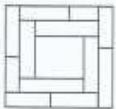
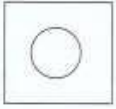




# MÜSTAKİL BACALAR

- Tek kolon halinde hitap ettiği birimden çatıya kadar yükselen sadece o birimin kullanımına göre tasarlanmış bacalara müstakil baca denir.
- Doğal gaz cihazlarının bağlanması için en uygun baca tipidir. En uygun kesit tipi daire kesitli olanlarıdır.



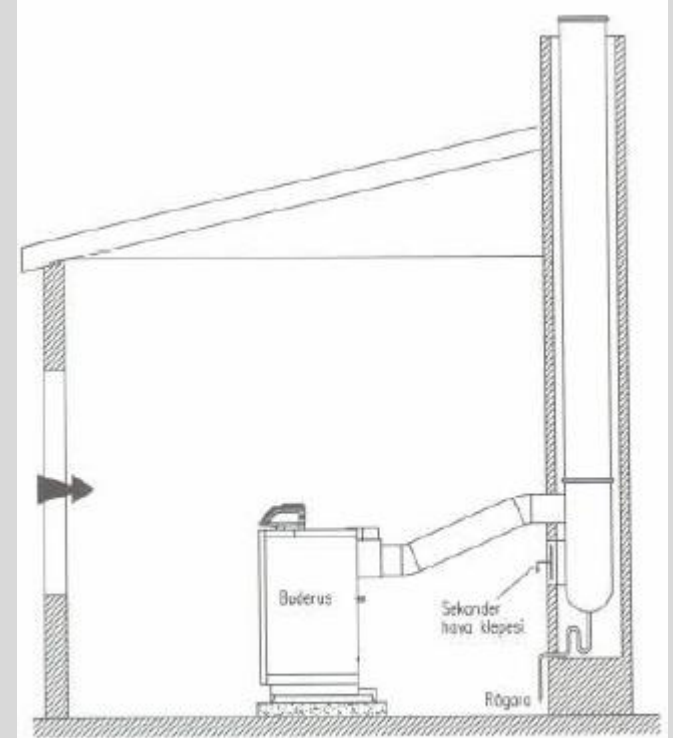
# BACA TIPLERİ VE ÖZELLİKLERİ



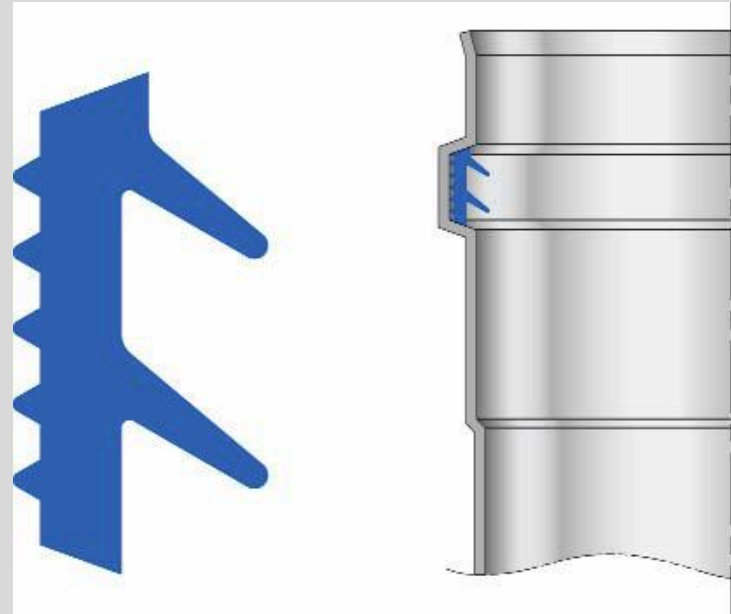
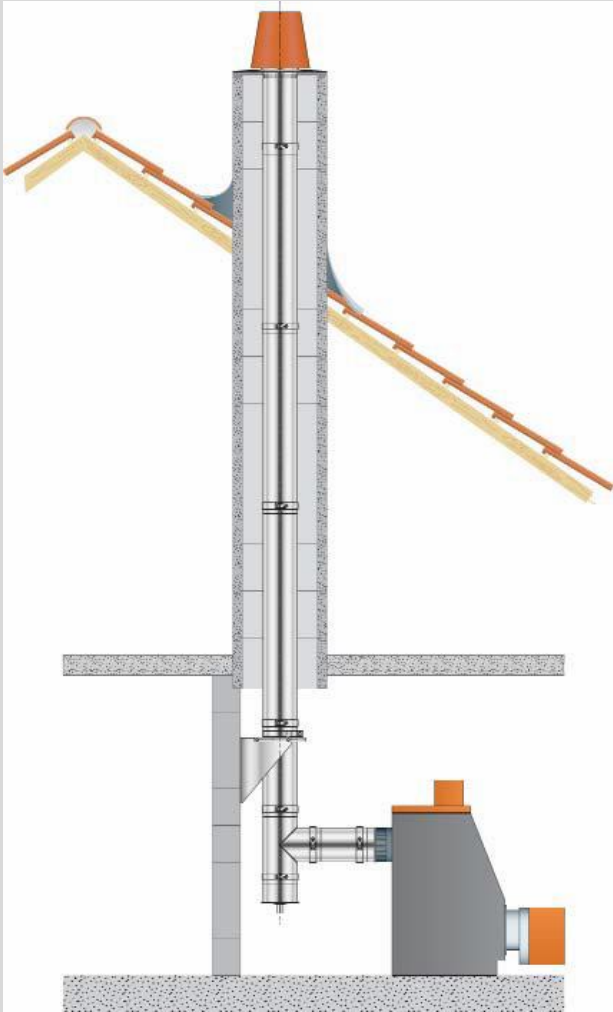
SİSTEM	İSTENEN ÖZELLİKLER	YARARLARI
<p>Tek Cidarlı Kagir Baca</p> 	<p>Yanmaya dayanma ve gaz sızdırmazlık emniyeti</p>	
<p>Tek Cidarlı Som Duvarlı Baca</p> 	<p>Yanmaya dayanma ve gaz sızdırmazlık emniyeti</p>	<p>Basitlik ve hızlı montaj</p>
<p>Tek Cidarlı düşey delik Ha Ba El Baca</p> 	<p>Yanmaya dayanma ve gaz sızdırmazlık emniyeti</p>	<p>Daha az malzeme daha az ağırlık ve daha iyi ısı yalıtımı</p>
<p>Çift Cidarlı Baca</p> 	<p>Yanmaya dayanma ve gaz sızdırmazlık emniyeti</p> <p>Aside dayanma</p>	<p>Aside dayanıklı daha az sürtünme direnci ve serbest hareketli iç boru</p>
<p>Üç Cidarlı Isı Yalıtımlı Baca</p> 	<p>Yanmaya aside dayanma ve gaz sızdırmazlık emniyeti</p> <p>İyi bir ısı yalıtımı</p>	<p>Daha düşük atık gaz sıcaklıklar için daha fazla kullanma alanı</p>
<p>Neme Duyarsız Isı Yalıtımlı Baca</p> 	<p>Yanmaya aside dayanma ve gaz sızdırmazlık emniyeti</p> <p>Neme duyarsızlık</p>	<p>Universal Montaj ve neme duyarsızlık</p>

## METAL BACALAR

- Paslanmaz çelik bacalar gaz ve sıvı yakıt kazanlarının bacası olarak kullanılır. Bu bacalarda da baca gazı ve yoğuşma suyu ve sızdırmazlığının çok iyi sağlanması (Yani kaliteli baca imalatı ve montajı) birinci derecede önemlidir.
- Kaliteli paslanmaz çelik hazır bacalar 0,4 mm' lik cidar kalınlığında, 316L paslanmaz çelikten yapılır. Yoğuşma suyu bacadan en altında toplanır ve sifon düzeneği ile zararsız hale getirilerek kanalizasyona verilir.
- Diğer bacalarda olduğu gibi çelik bacalarda da izolasyon son derecede önemlidir. Tek ve çift cidarlı olarak yapılabilir. Yalıtım malzemeleri yanmaz ve sıcaklığa dayanıklı olmalıdır.



Şekil.1.4: Metal bacalar



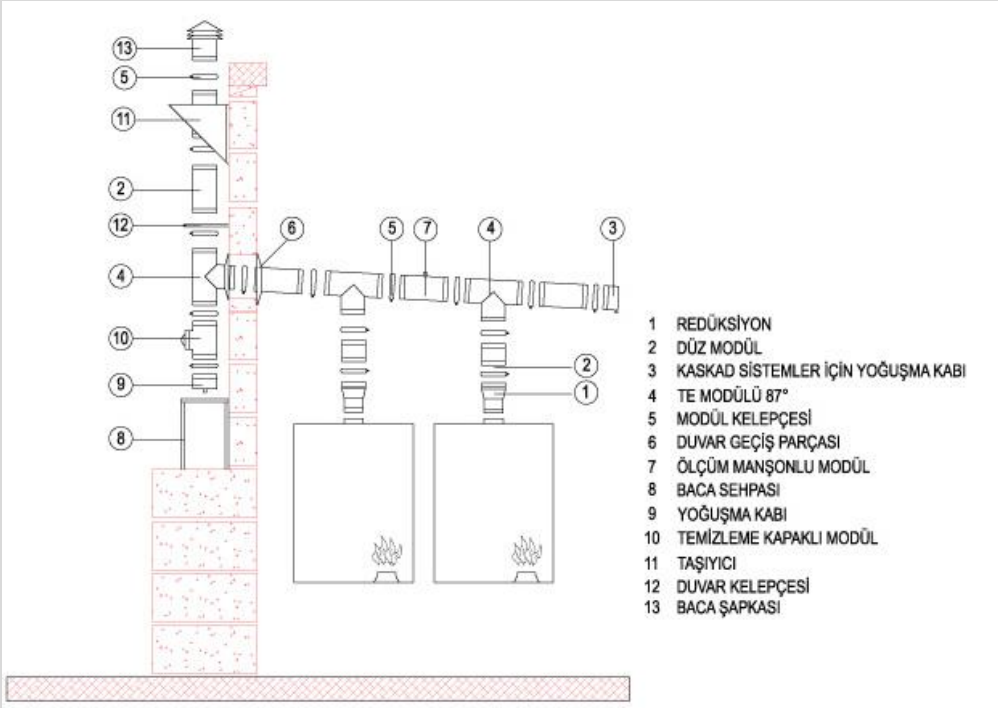
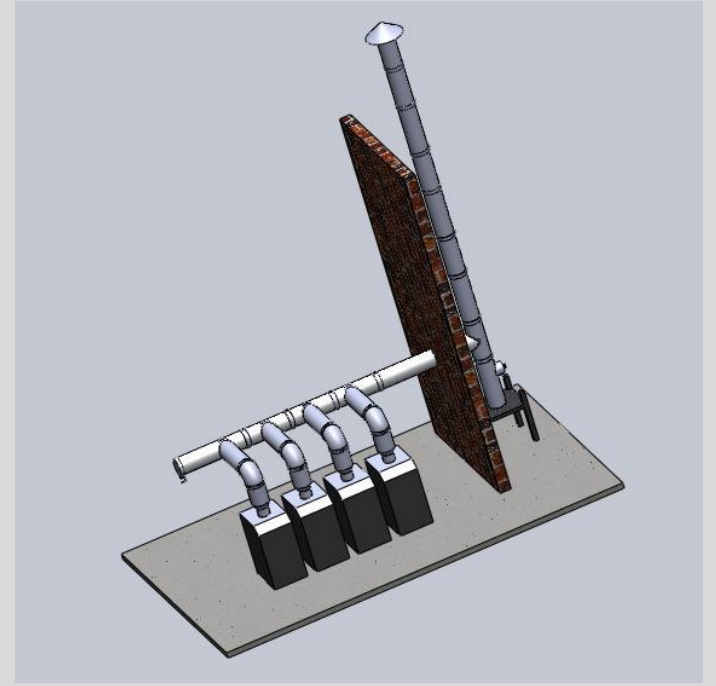






# KASKAD BACA SİSTEMLERİ

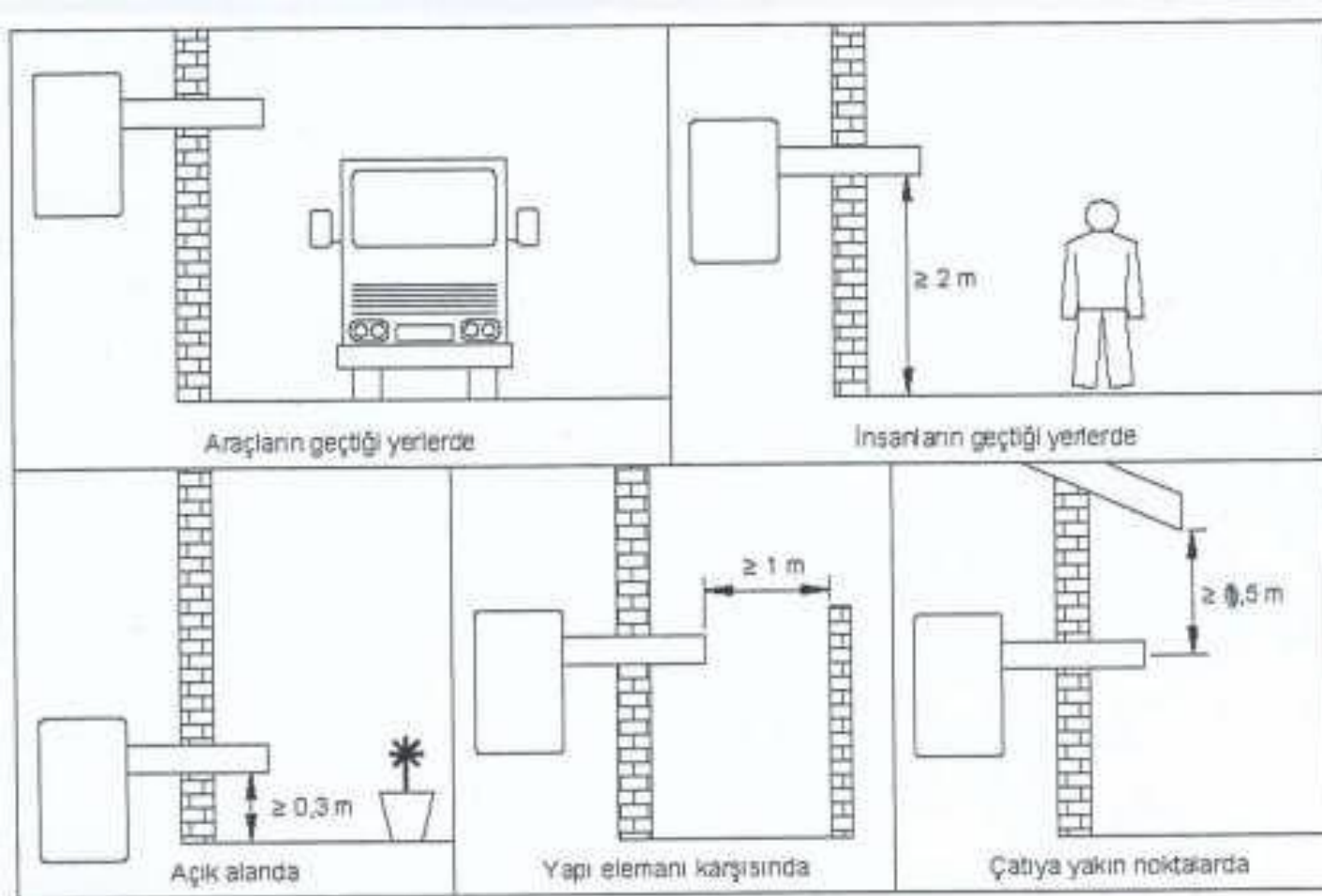
- Bir büyük kazan yerine birden fazla küçük kapasiteli kazanların belirli program dahilinde birlikte çalıştırma şekli olan kaskad ısıtma sistemleri için geliştirilmiş baca sistemidir.
- Cihaz sayısına bağlı **baca kolektörü**, **baca bağlantısı** ve **bacadan** oluşan sistem, düşük baca sıcaklığında pozitif basınçlı olarak tasarlanmıştır. Muf içine yerleştirilen özel contalar ile tam sızdırmazlık sağlanır. Birden fazla ısı üretici cihazın **ortak baca borusu** kullanılarak atık gazlarının atmosfere taşınması için dizayn edilen sistemlerdir.
- Paslanmaz çelikten mamul baca sistemi, şaft içi tek cidar, şaft içi çift cidar, bina dışında çift cidar olmak üzere uygulama alanları bulunmaktadır.
- Kullanım alanı doğalgaz yakıtlı cihazlardır. Baca sistemi aksesuarları ile (modül bağlantı kelepçesi, duvar sabitleme kelepçesi, duvar ve ana taşıyıcısı) bina dışından montajı yapılabildiği gibi aynı zamanda mevcut yapı içerisinde baca montajı da yapılabilmektedir.



# HERMETİK CİHAZ (DENGE BACALI) BACALARI

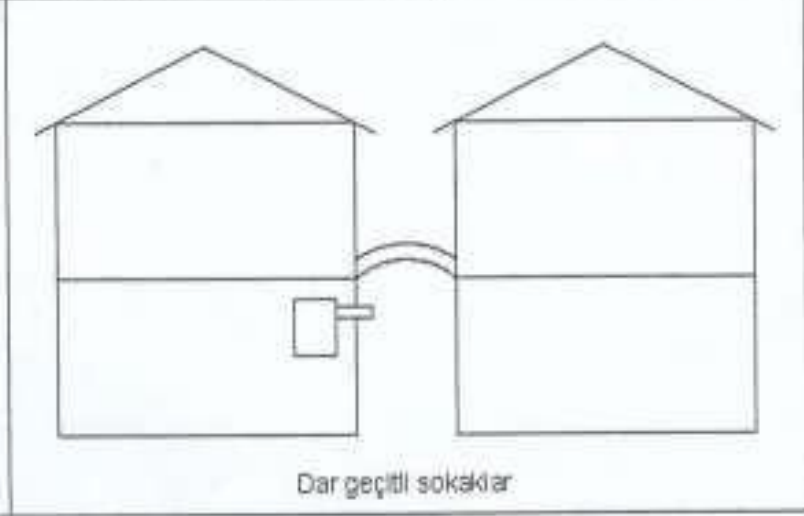
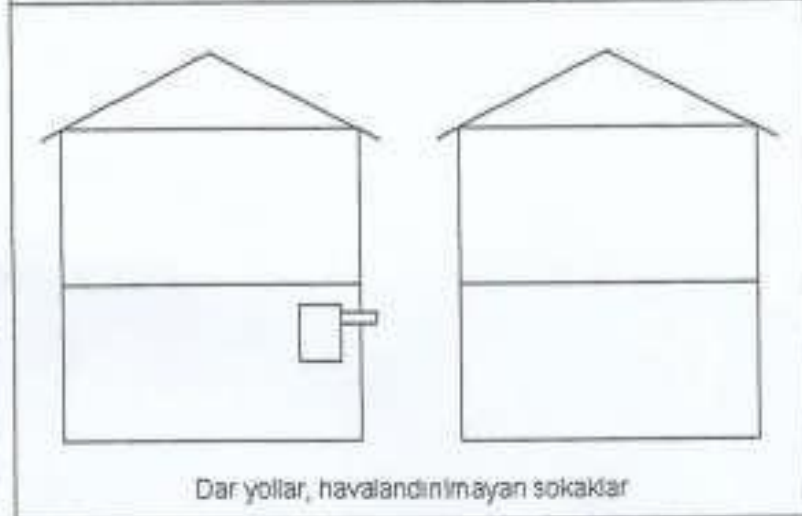
- Hermetik cihazlar yanma için gerekli olan havayı monte edildikleri ortamdan değil özel baca seti vasıtası ile dış ortamdan alan, kapalı yanma hücreli, yanma sonucu oluşan baca gazlarını yine özel baca seti vasıtası ile dış ortama veren cihazlardır.
- Hermetik cihazlar hiç baca bulunmayan veya uygun bacası olmayan mekânlar için tercih edilir. **Bu cihazlar mutlaka hava sirkülasyonu olan dış ortamlara (atmosfere) açık yerlere bağlanmalıdır.**
- Geçit ve koridorlara, bina havalandırma ve aydınlık boşluklarına, asansör boşluklarına, dar bina geçitleri ve avlularına, direk rüzgâr direncine maruz kalabilecek yerler bağlanamaz.

# HERMETİK BACA ÇIKIŞININ VERİLEMEYECEĞİ YERLER



Hermetik baca çıkış mesafeleri.

# HERMETİK BACA ÇIKIŞININ VERİLEMEYECEĞİ YERLER



# İYİ BİR BACADA BULUNMASI GEREKEN ÖZELLİKLER

- Baca çekişinde en önemli faktör dış hava ve iç havanın sıcaklık farkıdır.
- Baca iç yüzeyi pürüzsüz olmalıdır.
- Baca, gaz sızdırmaz özellikte olmalı, doğal gaz kullanılan kazanların bacaları yoğuşan suyu dışarı geçirmemelidir.
- Mümkün olduğunca dış duvara yapılmamalıdır.
- Baca kesit hesabı doğru yapılmalı, kazan tipine uygun yükseklikte olmalıdır.
- Baca deprem, yağış vb. etkenlere karşı sağlam olmalıdır.
- Kolay temizlenebilir olmalıdır.
- Temizleme kapağı mutlaka olmalı ve sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Baca çatı mahyasından en az 50 cm yukarıda olmalıdır.
- Baca kapağı yağış sularına engel olacak şekilde olmalıdır.
- Yanma için gerekli dış hava sağlanmalıdır.
- Bacalar mümkün olduğunca yön değiştirmeyecek şekilde yapılmalı, yön değiştirmesinin zorunlu olması halinde yatayla oluşturulan açı 60°'den küçük olmamalıdır.
- Baca gazı analizleri için uygun delik bırakılmalıdır.



## BACA KESİT HESABI

- Baca kesit hesabında yakıt cinsi, kazan gücü, baca gazı kazan çıkış sıcaklığı, kazan konstrüksiyonu, baca giriş basıncı gibi bilgilerin bilinmesi gerekir.
- Yandaki tablo kullanılarak baca kesit hesabı yapılabilir.
- Pratikte çoğunlukla diyağramlar kullanılmaktadır.
- Ayrıca baca kesit hesabı için hazırlanmış paket programları ile de kolayca kesit bulunabilmektedir.

Tablo 2 : Baca Kesiti İçin Verilen İfadeler

No	İfade Adı (Kaynak)	Simge ve Tanımlar	Denklem (Denklem no)
1	Redtenbacher ifadesi (3)	F: kesit .....m m: 0.12: baca gazı miktarı kg/h H: Baca yüksekliği .....m	$F = \frac{m}{924 H} \quad (6)$
2	Otruba ifadesi (3)	G <sub>y</sub> : Yakıt Miktarı ..... kg/h V <sub>bg</sub> : Baca gazı hacmi (normal şartlarda) .....m <sup>3</sup> (N) kg P <sub>w</sub> : Kazanın üfleme basıncı .....Pa	$F = \frac{4.65 \cdot G_y \cdot V_{bg}}{0.3H - 0.1\Delta P_w} \quad (7)$
3	Wolf ifadesi (3)	T <sub>bg</sub> : Baca gazı sıcaklığı ..... K Q <sub>N</sub> : Kazan ısı yükü ..... W	$F = \left( \frac{H \cdot T_{bg} \cdot Q_N}{183 \cdot 10^4 a (1.2 - \frac{365}{T_{bg}})} \right)^{0.4} \cdot 0.4 \quad (8)$
4	Gröber ifadesi (3)	τ: Özel direnç λ <sub>s</sub> : Sürtünme katsayısı a: Dörtgen geometrilili kesidin çevre uzunluğu .....m ρ <sub>bg</sub> : baca gazı ..... kg/m <sup>3</sup> ρ <sub>h</sub> : Dış hava yoğunluğu ..... kg/m <sup>3</sup>	$F = \frac{m}{H} \cdot \frac{1}{1.5 \cdot 10^4 \rho_{bg} (\rho_{in} - \rho_{bg})} \cdot \frac{Q_N}{H/a + \Sigma \tau} \quad (9)$
5	Winterberg ifadesi (3)		$F = \frac{Q_N + 1000}{H \cdot (25 + 2 \sqrt{Q_N})} \quad (10)$
6	Weber ifadesi (3)	V <sub>bg</sub> : Baca gazı ..... m <sup>3</sup> /kg g: Yerçekimi ivmesi ..... m/s <sup>2</sup> ρ <sub>h</sub> : Baca basınç kaybı ..... Pa ρ <sub>c</sub> : Toplam basınç kaybı ..... Pa	$F = \frac{V_{bg}}{\sqrt{H}} \cdot \frac{1}{2g \frac{\Delta P_b}{\Delta P_c} (\rho_{in} - \rho_{bg})} \quad (11)$
7	Münz ifadesi (3)	D <sub>h</sub> : Eşdeğer hidrolik çap Bu ifade betondu yapılmış bacalar için uygundur.	$F = \frac{Q_N}{1.86 \cdot 10^5 \frac{H(H+35)}{D_h}} \quad (12)$
8	Behrens ifadesi (3)	a katsayısı kesit şekli, baca durumu ve yakıt cinsine göre belirlenir. Çeşitli ülkelerde aşağıdaki değerleri alır a= 0.01 ..... USA a= 0.02 ..... Almanya DIN 4705 a= 0.0235 ..... İngiltere a= 0.03 ..... İsviçre a= 0.03164 ..... Fransa	$F = a \frac{Q_N}{\sqrt{H}} \quad (13)$
9	Behrens ifadesi (3)	V <sub>bg</sub> : Baca gazı hacmi (normal şartlarda) ..... m <sup>3</sup> (N) Kg	$F = \frac{V_{bg}}{4320 \sqrt{\frac{H}{4}}} \cdot a \quad (14)$
10	(4)	Q <sub>k</sub> : Kazan nominal kapasitesi .....(kcal/h) h: Baca yüksekliği ..... (m) F: Baca kesiti ..... (cm <sup>2</sup> )	$F = 0.015 \frac{Q_k}{\sqrt{h}} \quad (15)$
11	Plewa (4)	Q <sub>k</sub> : Kazan nom. kapasitesi .....(kcal/h) h: Baca yüksekliği ..... (m) F: Baca kesiti ..... (cm <sup>2</sup> )	$F = \frac{Q_k + 10000}{\sqrt{h (25 + 2 \sqrt{Q_k})}} \quad (16)$
12	Redtenbacher (6)	Q <sub>k</sub> : Kazan kapasitesi ..... (kw) h: Baca yüksekliği ..... (m) m: 900-1800 arası katsayı	$F = \frac{2.6 Q_k}{m \sqrt{h}} \quad (17)$
13	(1)	R <sub>h</sub> : Özgül baca gazı miktarı .....(kg/h) n: Baca sabiti (tablolardan seçilir) h: Baca yüksekliği ..... (m)	$F = \frac{1}{n} \frac{R_h}{\sqrt{h}} \quad R_h = \frac{2.4 Q_k}{1000} \quad (18)$

Baca kesit hesabı basit olarak şu şekilde yapılır:

$$F = k \times \frac{Q}{\sqrt{h}}$$

Burada

F = Baca kesit alanı (cm<sup>2</sup>)

Q = yakma ocağı kapasitesi (kcal / h)

h = baca yüksekliği (m)

k = Yakıt katsayısı

Doğal gaz için, k=0,010 ile 0,012 alınabilir

**Not:** Bu bağlantı ile yüksekliği h=50–60 m'yi ve yakma ocağı ısı kapasitesi Q=2x10<sup>6</sup> Kcal/h'a kadar olan bacaların ön hesabı yapılabilir ( TS 11383 ).

**Örnek:**

Isı kapasitesi 280000 Kcal/h olan bir doğal gaz kazanı için baca yüksekliği 12 m olacak şekilde baca kesit hesabını yapınız.

$$Q=280.000 \text{ Kcal/h}$$

$$F = 0,010 \times \left( \frac{280000}{\sqrt{12}} \right)$$

$$k=0,010$$

$$F = 808 \text{ cm}^2 \text{ veya } 25 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$$

$$h=12 \text{ m}$$

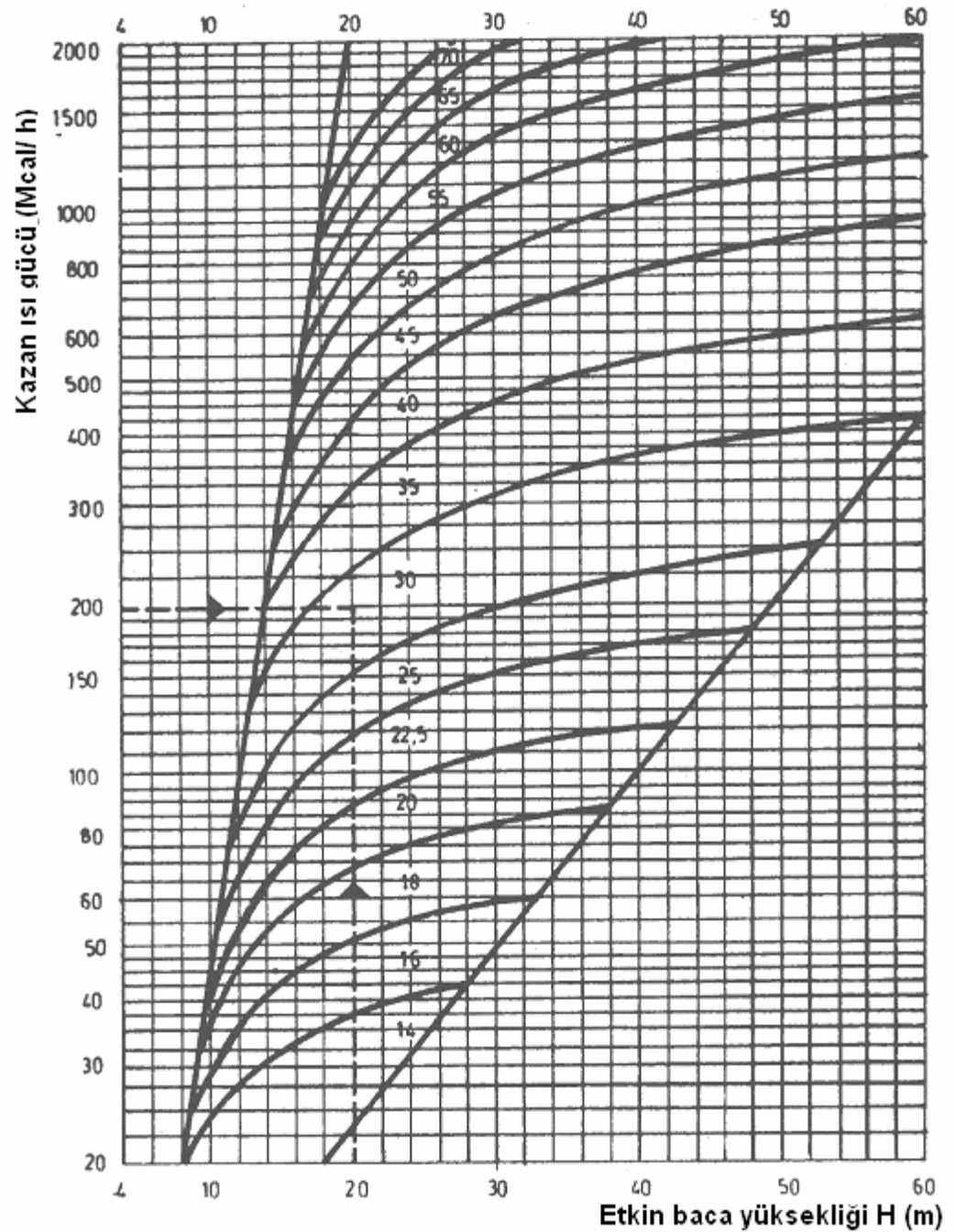
$$F=?$$

## BACA KESİT HESABI

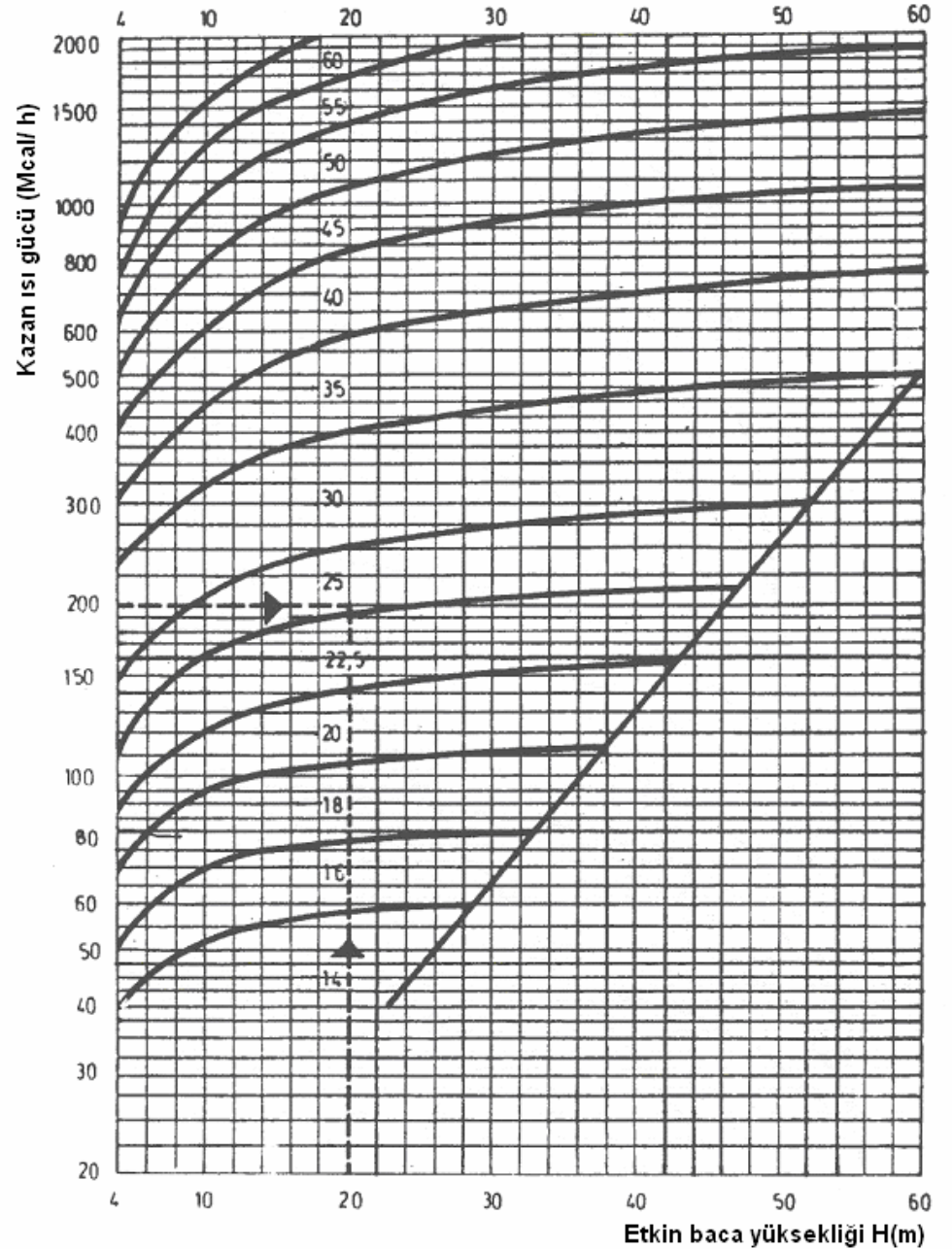
**ALÇAK BASINÇLI  
BRÜLÖRLÜ SIVI YAKIT  
VE DOĞAL GAZ  
KAZANLARI BACA  
ÇAPLARI (CM)**

Örnek

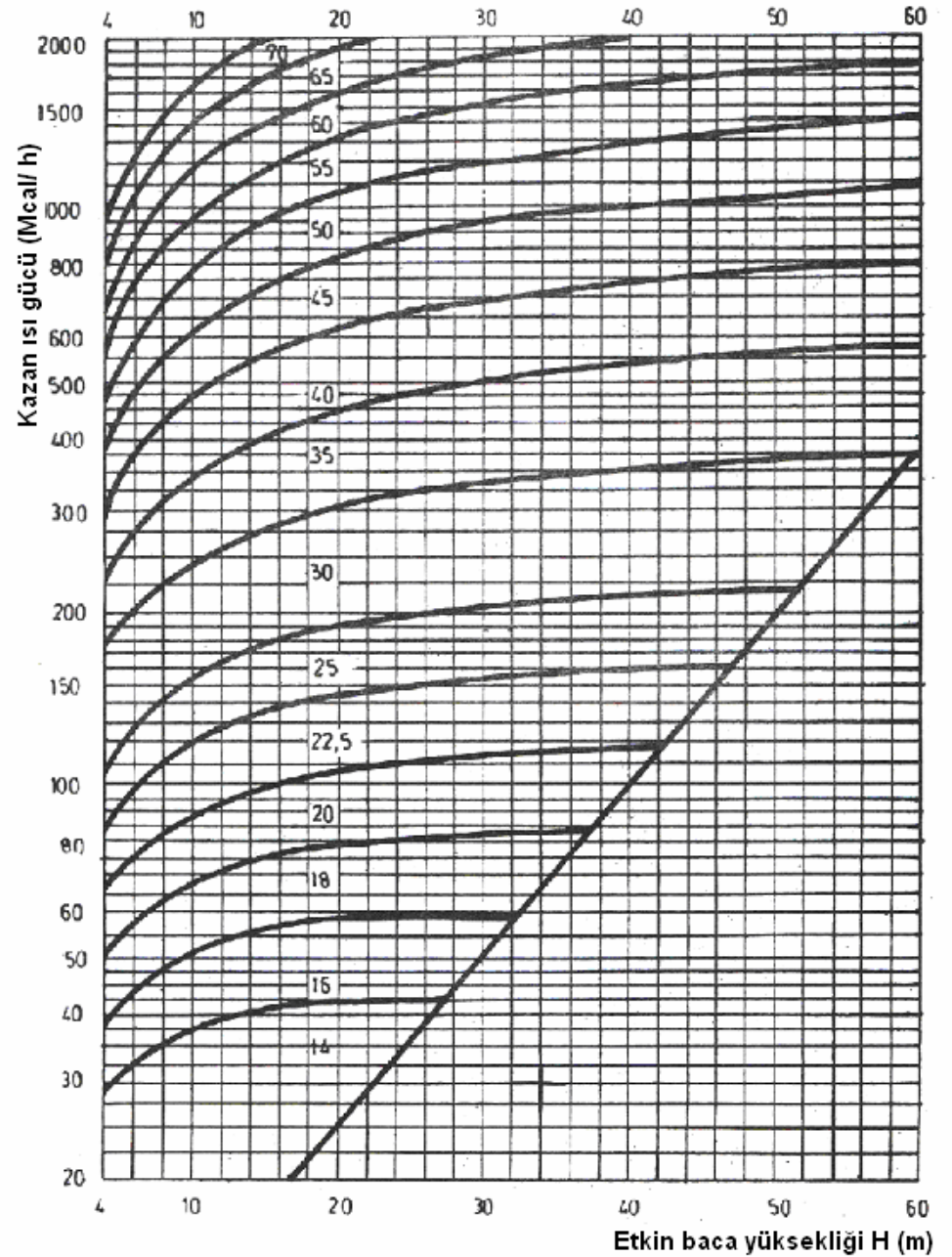
Kazan gücü,  
 $QK = 200 \text{ kW}$  ve  
baca yüksekliği,  
 $H = 20 \text{ m}$  için,  
baca çapı,  
 $D = 30 \text{ cm}$  bulunur.



**YÜKSEK BASINÇLI  
BRÜLÖRLÜ SIVI YAKIT  
VE DOĞAL GAZ  
KAZANLARI BACA  
ÇAPLARI (CM)**



**ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ  
DOĞAL GAZ KAZANLARI  
BACA ÇAPLARI (CM)**





**SOBA – ŞOFBEN  
ZEHİRLENMELERİNE  
DİKKAT!**

**SOBA ZEHİRLENMELERİNE  
DİKKAT!**

**DOĞRU YAKILAN SOBA ISITIR  
YANLIŞ YAKILAN SOBA ÖLDÜRÜR!**

**İl Sağlık Müdürlüğü  
Uyardı!**

**Video anlatımlı  
doğru soba yakımı**



# BACA TEMİZLİĞİ



# BACA YANGINLARI





Bütün ihtiyaçlara cevap veren  
**SOBA**  
processi



# KAZAN DAİRESİNDE DOĞALGAZA DÖNÜŞÜM

- Merkezi ısıtma gerek ilk yatırım, gerekse kullanım maliyeti olarak bireysel sistemlere göre daha ekonomik ve daha konforludur.
- Tesisat yeni yapılacak ise her dairenin tükettiği kadar ödeyebileceği ısı ölçerli merkezi ısıtma sistemleri kullanılabilir.
- Merkezi ısıtma sistemlerinde doğalgaza dönüşüm için en önemli konu kazan ve brülördür. Ekonomik ömrünü tamamlamış kazanların doğalgaza dönüştürülmemesi gerekir. Yarım silindirik kömürlü kazanların doğalgaza dönüşümü ekonomik olmadığından dolayı gerçekleştirilmemektedir.
- Ekonomik ömrünü doldurmuş bir kazanı doğalgaza dönüştürmek yerine yeni bir doğalgaz yakıcılı kazan almak daha ekonomik olacaktır.

# KAZAN DAİRESİNDE DOĞALGAZA DÖNÜŞÜM

- Merkezi sistem kazan daireleri doğalgazlı kullanımda yapılması gereken bir çok zorunluluk içerir. Sıvı ve katı yakıt kazanların doğalgazlı cihazlara dönüşümünde kazan dairelerinin havalandırma, elektrik tesisatları, aydınlatma, baca gibi bir çok konuda uyulması gerekli kurallar vardır, bu nedenle dönüşüm işi mutlaka yetkili firmalar tarafından yapılmalıdır.
- Kazan dairesinin dönüşümünde dikkate alınacak aşamalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:
  - «1.Keşif ve teknik etüt,
  - «2.Kalorifer kazanının uygunluğu ve dönüşüm,
  - «3.Bacanın uygunluğu,
  - «4.Havalandırma sistemi ve kazan dairesinin havalandırılması,
  - «5.Elektrik ve topraklama tesisatı

# 1. KEŞİF VE TEKNİK ETÜT

- Dönüşüm işleminden önce sistemin kurulacağı yerde teknik bir etüt yapılmalıdır.
- Bu aşamada kurulacak sistemin ısı kapasitesi, cihaz seçimi, bacanın uygunluğu, havalandırma sisteminin belirlenmesi gibi dönüşümle ilgili teknik konularla ilgili ön çalışmalar yapılır.

## 2. KALORİFER KAZANININ UYGUNLUĞU VE DÖNÜŞÜMÜ

- Mevcut kalorifer kazanının ısı kapasitesi ile birlikte binadaki mevcut radyatörlerin kapasitesine bakılarak, gerekiyorsa yeniden ısı hesabı yapılarak kazan kapasitesi ve tipi belirlenir.
- Mevcut kazanda tadilatlar yapılarak dönüşümün sağlanabileceği durumlar vardır. Ancak tadilatlı dönüşümden sonraki kazanların verimi, yeni doğalgazlı kazanlardan düşük olduğu için tercih edilmemektedir.
- Mevcut sıvı ve katı yakıtlı kazanların doğalgaz yakar hale dönüőtürölmesi veya yeni bir doğalgaz kazanı ile değiştirilmesi mevcut kazanın yaşına, durumuna, boyut ve tipine bağlıdır.

## 2. KALORİFER KAZANININ UYGUNLUĞU VE DÖNÜŞÜMÜ

Aşağıdaki durumlarda kazanın değiştirilmesi daha iyi olacaktır:

- Sistem için çok büyük veya çok küçük ise,
- Mekanik durumu zayıf ise,
- Ömrünün sonuna yaklaşmış ise,
- Uygun bir brülör bulunmayacak tipte ise, 5 yaşından büyük çelik kazanlarda, yarım silindirik ve radyasyon tipi kazanların doğal gaza dönüştürülmesi yerine, yeni bir döküm doğal gaz kazanı ile değiştirilmesi daha uygundur. 350 kW gücün altındaki kazanların da dönüştürülmesi yerine atmosferik kazanlarla değiştirilmesi daha ekonomiktir. Bu durumda ayrıca baca problemleri ile de karşılaşılmayacaktır.

## 2. KALORİFER KAZANININ UYGUNLUĞU VE DÖNÜŞÜMÜ

Sonuç:

- Mevcut kazanların doğal gaza dönüşümü için yapılacak masraflar yeni bir kazan bedelinin % 20 – 30' u mertebesindedir.
- Bu kazanların ömrü de doğal gaz kullanıldığında 3 – 5 yıl mertebesinde olacaktır.
- Bu süre içerisindeki mevcut kazanların fazladan yaktığı yakıt miktarı ise yaklaşık olarak yeni bir bedeli kadar olacaktır. Buna göre klasik kazanların doğal gaz dönüşümünün 3 – 5 yıl sonraki maliyeti, yeni kazan almaya göre ortalama 2,5 katı daha pahalı olacaktır.
- Bu süre içerisinde bakım ve tamir masrafı yapılacak, arıza nedeniyle ısıtmada kesintiler olabilecektir.

## 2.1 KAZAN TADİLATI VE DÖNÜŞÜMÜ

- Katı yakıtlı yarım veya tam silindirik, sıvı yakıtlı yarım silindirik kazanlar ve etiketsiz, TSE veya TSEK belgesi olmayan tam silindirik sıvı yakıtlı kazanlar, doğalgaza dönüştürülmeyecektir.
- TSE veya TSEK belgesi olan tam silindirik sıvı yakıtlı kazanların doğalgaza dönüşümü, kazan kapasitesi ve özelliklerine uygun doğalgaz brülörü (TS 11392 EN 676) kullanılması kuruluşlardan alınacak uygunluk raporu ile yapılabilir.



### 3. BACANIN UYGUNLUĞU

- Doğalgaz dönüşümlerinde dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de dönüşümden sonraki baca daraltılmasıdır. Katı ya da sıvı yakıta göre hesaplanmış baca kesitinin doğalgaz dönüşümünden sonra tekrar hesaplanması gerekir.
- Doğalgaz kullanımında daha az yakma havası kullanılması nedeni ile daha az baca gazı oluşacaktır. Bu nedenle baca kesitinin daraltılması gerekmektedir.
- Doğalgaz kullanımında bacanın eski haliyle kullanılması bacada yoğunlaşmaya neden olur. Bu durum bacada hasarlara ve kazan borularında çürümeye neden olur.

### 3. BACANIN UYGUNLUĞU

- Doğalgaz dönüşümlerinde önemli sorunlardan biri baca uyumsuzluğu ve bacalarda oluşan yoğuşma ve korozyondur. Yoğuşma ve korozyonun başlıca nedenleri aşağıda sıralanmıştır:
- Doğalgaz ile tam yanmaya yakın bir yanma sağlanabildiğinden dolayı katı ve sıvı yakıt kullanımına göre daha az yakma havasına ihtiyaç göstermektedir. Dolayısıyla oluşan baca gazı miktarı da %30 daha az olmaktadır.
- Bu yüzden mevcut baca kesiti %30 daha büyük olmaktadır.

### 3. BACANIN UYGUNLUĞU

- Doğalgazın yoğuşma sıcaklığı diğer yakıtlardan daha yüksektir. Doğalgazın yanması sonucu diğer yakıtlara göre daha fazla su buharı oluşmaktadır.
- **Yoğuşmaya neden olan diğer faktörler şunlardır:**
  - " Baca izolasyonunun yetersiz oluşu bacanın çabuk soğumasına neden olmakta bu da yoğuşmayı hızlandırmaktadır.
  - " Herhangi bir nedenle azaltılan yakma havası miktarı baca gazı debisini düşürmekte, bu da istenmeyen baca soğumasına neden olmaktadır.
  - " Bir bacaya birden fazla kazan bağlanması ve baca içerisine dışarıdan hava girişinin olması,
  - " Baca boşluğunun çok fazla girintili olması,
  - " Bacanın ısınmayan bina bölümlerinden geçmesi,
  - " Bacanın bina dış cephe duvarında olması ve bacanın sızdırmaz olmaması da yoğuşmaya neden olur.

# 4. HAVALANDIRMA SİSTEMİ VE KAZAN DAİRESİNİN HAVALANDIRILMASI

- Yanma için gerekli teorik hava ihtiyacından daha fazlası kazan dairesine verilmelidir.
- Havalandırma, alt ve üst havalandırma menfezleri ile sağlanır. Alt ve üst havalandırma menfezlerinin boyutlarının hesabı standartlarda belirtilmiştir.
- Havalandırma açıklıkları dış ortama direkt olarak açılmalı, bunun mümkün olmadığı durumlarda havalandırma kanallarla yapılmalıdır. Mahaller indirekt olarak havalandırılmamalıdır.
- Kanal uzunluğu (yatay ve diğ ey uzunluklar ile dirsek eşdeğer uzunlukları toplamı) 10 m. ve üzerinde ise havalandırma mekanik olarak yapılmalıdır. Havalandırma kanallarında 90°'lik dirsek eşdeğer uzunluğu 3 m., 45°'lik dirsek eşdeğer uzunluğu 1,5 m. ve ızgaralar için eşdeğer uzunluk 0,5 m. alınmalıdır. Üst havalandırma, havalandırma bacası ile (Grafik.2) tabii olarak yapılabilir. Alt havalandırma kanalı brülör seviyesine kadar indirilmelidir.
- Alt ve üst havalandırmaların her ikisi de tabii veya cebri (mekanik) yapılabilir.

# 4. HAVALANDIRMA SİSTEMİ VE KAZAN DAİRESİNİN HAVALANDIRILMASI

- Alt ve üst havalandırmaların her ikisi de tabii veya cebri (mekanik) yapılabilir.
- Tek başına üst havalandırma cebri olamaz.
- Alt havalandırma cebri, üst havalandırma tabii olabilir.
- Taze hava veya egzost fanlarının herhangi bir nedenle devre dışı kalması durumunda brülörün de devre dışı kalmasını sağlayan otomatik kontrol sistemi kullanılmalıdır.
- Üst ve alt menfezler mümkün olduğu kadar mahalın üst ve alt seviyelerine kısa devre hava akımının engellenmesi için birbirlerinden mümkün olduğunca uzak yerleştirilmelidir. Üst havalandırma menfezi tavandan en fazla 40 cm aşağıda, alt havalandırma menfezi döşemeden en fazla 50 cm yukarıda olacak şekilde açılmalıdır.
- Sıvı yakıtlı kazanların gaz yakıtlı kazanlar ile aynı kazan dairesinde kullanılması durumunda, bu kazanların da kapasiteleri hesaba dahil edilerek havalandırma açıklıkları bulunmalıdır.

# Tabii Havalandırma (Atmosferik ve fanlı brülörlü kazanlar)

Tabii havalandırmada alt ve üst menfezlerin dış hava ile direkt temas etmesi sağlanmalıdır. Kazan dairesi toprak kotunun altında kalıyor ise havalandırma uygun boyutlarda kanallar ile sağlanmalıdır.

Havalandırma menfez ve kanalları korozyona karşı mukavim, kolay yanmayan; galvaniz, alüminyum, bakır, DKP sac v.b. malzemelerden imal edilebilir (TS 3419). DKP sac kullanılması durumunda menfez ve kanallar antipas üzeri yağlı boya ile boyanacaktır.

Toplam kurulu gücü 1000 kW'a kadar olan kazan dairelerinin havalandırmasında doğrudan dışarı açılan menfezler için yeterli kesit alanı aşağıdaki formüle göre hesaplanmalıdır.

$$S_A = F \times a \times 2.25 \times \left( \sum Q_{br} + 70 \right)$$

# Tabii Havalandırma (Atmosferik ve fanlı brülörlü kazanlar)

- $S_A$ : Alt havalandırma net kesit alanı (cm<sup>2</sup>)

- $F$ : Menfezin geometrisine bağlı katsayı

$F = 1$  :Uzun kenarı, kısa kenarının 1.5 katından fazla olmayan dikdörtgen,  $F = 1$  :Dairesel,

$F=1.2$  :Rüzgarlı,  $F = 1.1$  :Uzun kenarı, kısa kenarının 5 katına kadar olan dikdörtgen

$F=1.25$  :Uzun kenarı, kısa kenarının 10 katına kadar olan dikdörtgen

- $a$  :Menfezin ızgara katsayısı

$a = 1$  :Izgarasız,  $a =1.2$  :Izgaralı

- $Q_{br}$  : Toplam Anma Isıl Gücü (kW)

# Tabii Havalandırma (Atmosferik ve fanlı brülörlü kazanlar)

- Toplam kurulu gücü 1000 kW'ı n üzerine olan kazan dairelerinin havalandırmasında toplam anma ısıl gücünün her 1 kW'ı için 1.6 m<sup>3</sup>/h hava ihtiyacı vardır.
- Kazan dairelerinde pis hava atış miktarı, toplam anma ısıl gücünün her 1 kW'ı için 0.5 m<sup>3</sup>/h olmalıdır.



# CEBRİ HAVALANDIRMA

- Tabii havalandırması mümkün olmayan kazan dairelerinin cebri olarak havalandırılması gerekir. Cebri havalandırma için gerekli en az taze hava ve egzost havası miktarları brülör tipine ve kapasitesine göre aşağıdaki formüllerden hesaplanmalıdır.

- **Üfleme brülörleri için**

Alt havalandırma hesabı:

- $V_{\text{hava}} = Q_{\text{br}} * 1.184 * 3.6 \text{ (m}^3\text{/h)}$

- $S_a = V_{\text{hava}} / ( 3600 * V ) \text{ (m}^2\text{)}$

- $V = \text{Kanaldaki hava hızı (m/sn)}$       5 ile 10 arasında alınmalıdır.

# CEBRİ HAVALANDIRMA

Üst havalandırma hesabı:

- $V_{\text{Egzost}} = Q_{\text{br}} * 0.781 * 3.6 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- $S_{\text{ü}} = V_{\text{Egzost}} / (3600 * V) \text{ (m}^2)$
- $V$  = Kanaldaki hava hızı (m/sn) 5 ile 10 arasında alınmalıdır.

**Atmosferik brülörler için**

Alt havalandırma hesabı:

- $V_{\text{hava}} = Q_{\text{br}} * 1.304 * 3.6 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- $S_{\text{a}} = V_{\text{hava}} / (3600 * V) \text{ (m}^2)$
- $V$  = Kanaldaki hava hızı (m/sn) 3 ile 6 arasında alınmalıdır

Üst havalandırma hesabı:

- $V_{\text{Egzost}} = Q_{\text{br}} * 0.709 * 3.6 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- $S_{\text{ü}} = V_{\text{Egzost}} / (3600 * V) \text{ (m}^2)$
- $V$  = Kanaldaki hava hızı (m/sn) 3 ile 6 arasında alınmalıdır





Soğuk geliyor diye menfezleri kapatmak ölümcül olabilir



**Doğalgaz menfezlerinin kapatılmasının soğukun önlenmesi konusunda iyi bir önlem gibi görülebilir. Ancak bu durum, gaz kaçağı durumunda ise can kayıplarına, gaz birikmesi nedeniyle meydana gelebilecek bir çok olumsuzluğa neden olabilir.**

## 5. ELEKTRİK VE TOPRAKLAMA TESİSATI

- Doğalgaz dönüşümünde kazan dairelerinde elektrik donanımı yönünden alınması gereken en önemli tedbir, ana elektrik şalterinin ve kumanda panosunun kazan dairesi dışına yerleştirilmesidir. Her kazan için ayrı topraklama yapılmalı ve aydınlatma sistemi standartlara uygun olarak yerleştirilmelidir.
- Cihazlar için gerekli elektrik enerjisinin alınacağı elektrik panosu etanj tipi ex-proof olmalı, kumanda bütanları pano ön kapağına monte edilmeli ve kapak açılmadan bütanlarla açma ve kapama yapılabilmelidir.
- Elektrik dağıtım panosunun kazan dairesi dışı mda olması durumunda pano ve aksesuarlarının ex-proof olmasına gerek yoktur.

## 5. ELEKTRİK VE TOPRAKLAMA TESİSATI

- Brülör kumanda panosu etanj tipi olmalı, ana kumanda panosundan ayırt edilebilecek şekilde ve brülöre yakın bir yere monte edilmelidir. Ana pano ile brülör kumanda panosu arasında çekilecek besleme hattı projede hesaplanmış kesitte ve yanmaz TTR tipi fleksible kablo ile yapılmalıdır.
- Aydınlatma sistemi tavandan en az 50 cm. aşağıya sarkacak biçimde veya üst havalandırma seviyesinin altında kalacak şekilde zincirlerle veya yan duvarlara etanj tipi exproof flouresan armatürlerle yapılmalıdır. Kazan dairelerinde muhtemel tehlikeler karşısında kazan dairesine girmeden dışarıdan kumanda edebilecek şekilde tüm elektriğin kesilmesini sağlayacak ilave tesisat yapılarak kazan daireleri kontrol altına alınmalıdır
- Her kazan dairesi için özel topraklama tesisatı yapılmalıdır.

## 5. ELEKTRİK VE TOPRAKLAMA TESİSATI

- Kazan ve kazana ait çelik baca için tek bir topraklama tesisatı yapılması yeterlidir. Topraklama tesisatı:
  - a) 0.5 m<sup>2</sup>, 2 mm. kalınlığında bakır levha,
  - b) 0.5 m<sup>2</sup>, 3 mm. kalınlığında galvanizli levha (sıcak daldırma) veya
  - c) Som bakır çubuk elektrotlar ile yapılmalıdır.

Bakır çubuk elektrotlar, Ø16 mm çapında en az 1.5 m boyunda veya Ø 20 mm çapında en az 1.25 m boyunda olmalı ve çubuk elektrotların topraklama direnci 20 Q, sınırlarının altında kalmalıdır. (Nötr-Toprak voltajı ≤3V)

Her üç halde, bakır elektrotlar veya levhalar, en az 16 mm<sup>2</sup> çok telli (örgülü) bakır kablo ve iletken pabuç kullanılarak lehim veya kaynak ile doğalgaz tesisatına irtibatlandırılmalıdır. Bakır elektrotlar veya levhalar toprak içinde diş ey olarak bütünüyle yerleştirilmeli, toprak üzerinde kalan iletken, boru muhafazası ile kazan dairesi ana tablosuna irtibatlandırılmalıdır.