

## 7. BÖLÜM : BRÜLÖRLER VE YAKMA YÖNETİM SİSTEMLERİ

### 7.1. Kapsam

Bu bölüm, yapılarda yakıcı cihazlara entegre brülörler ve yakıt tesisatları ile yanmanın kontrol edilerek yüksek verim elde edilebilmesi için brülörlerde yakıt/hava ayar ve kontrolünün mikroişlemci denetiminde tam elektronik olarak yapılmasını sağlayan yakma yönetim sistemleri ile baca gazı emisyon değerlerini ve sıcaklığını sürekli ölçerek, yakıt/hava ayarlarına anında müdahale ederek optimum yanmayı sağlayan trim sistemlerini kapsamaktadır.

### 7.2. Genel Esaslar

Bir yakma sistemi, her durumda istenilen kapasitede ısıyı üretebilmek için, gerekli miktarda yakıtı yeterli hava ile karıştırarak sürekli yüksek verimde yakabilmeli ve baca gazı emisyon değerlerini standartlarda belirlenen seviyelerin altında tutabilmelidir.

Brülörlerin seçiminde yakıt cinsi, kazan kapasitesi, kazan verimi, yanma odası boyutları, kazan karışı basıncı, alev boyu ve çapı, rakım gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

Brülörler, “Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği”nde belirlenen kriterlere uygun olarak seçilmeli ve tesis edilmelidir. Emniyetle çalışmaları bakımından sıvı yakıt brülörleri TS EN 267+A1, gaz yakıt brülörleri TS EN 676+A2, sıvı ve gaz yakan cihazlar, ocak ve bekler TS EN 298, Standardlarına uygun olarak, “2014/68/AB Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği”, “2006/42/AT Makine Emniyeti Yönetmeliği”, “2004/108/AT Elektromanyetik Uyumluluk Yönetmeliği”, “2014/35/AB Belirli Gerilim Sınırları Dahilinde Kullanılmak Üzere Tasarlanmış Elektrikli Teçhizat ile İlgili Yönetmelik”, “2009/142/AT Gaz Yakan Cihazlara Dair Yönetmelik” ve “92/42/AT Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklere Dair Yönetmelik” kapsamında “CE İşaretlemesi”ne haiz olmalıdır.

Brülörler, 13/01/2005 Tarih ve 25699 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” ile 03/07/2009 Tarih ve 27277 Sayılı Resmi Gazetede Yayınlanan “Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” nde belirlenmiş emisyon sınır değerlerini sağlamalıdır.

### 7.3. Brülörler ve Yakıt Tesisatı

#### 7.3.1. Sıvı Yakıt ile Çalışan Brülörler

Isıtma sistemleri ve endüstriyel tesislerde kullanılmakta olan sıvı yakıtların teknik özellikleri, brülör ve yakıt tesisatının seçimi, tasarımı ve uygulaması açısından önemlidir. Yakıtın yoğunluğu, sıcaklığa bağlı olarak viskozitesi ile içeriğindeki kükürt, kül, su, toplam tortu ve alt ısıl değeri tasarımı etkileyen önemli parametrelerdir. Aşağıdaki tabloda, TÜPRAŞ üretim spesifikasyonları esas alınarak sıvı yakıtların teknik özellikleri gösterilmektedir.

Sıvı yakıtlar içindeki kükürt miktarı, Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği ile Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde belirlenen kükürt dioksit emisyon sınırlarını aşmayacak değerde olmalıdır. Özel tesislerde, SO<sub>2</sub>

emisyollarının limitler dahilinde kalmasını sağlamak üzere, uygun arıtma sistemleri kullanılmalıdır.

| SIVI YAKITLAR                                  |       | HAFİF YAğ (MOTORİN) | KALORİFER YAKITI (KAL-YAK, No 4) | FUEL-OIL (No 5) | FUEL-OIL (No 6) |
|------------------------------------------------|-------|---------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Kinematik Viskozite (cSt, mm <sup>2</sup> /sn) | 40°C  | 2,0 – 4,5           | -                                | -               | -               |
|                                                | 100°C | -                   | 11,5                             | 40              | 50              |
| Yoęunluk (15°C’de kg/m <sup>3</sup> )          |       | 820,0 - 845,0       | 998                              | 998             | 998             |
| Kükürt (%) max.                                |       | 0,001               | 0,1 - 1,0                        | 0,1 - 1,0       | 1,0 - 3,5       |
| Kül (%) max.                                   |       | 0,01                | 0,2                              | 0,2             | 0,2             |
| Su (%) max.                                    |       | 0,02                | 1,0                              | 1,0             | 1,0             |
| Toplam Tortu (%) max.                          |       | 0,0024              | 0,15                             | 0,15            | 0,15            |
| Alt Isıl Deęer (kcal/kg)                       |       | 10.200              | 9.600                            | 10.025          | 9.860           |

### 7.3.1.1. Hafif Yağ (Motorin) İle Çalışan Monoblok Brülörler

Hafif yağ yakan brülörler, 40°C sıcaklıkta 2,0-4,5 cSt viskoziteli motorin yakan brülörlerdir. Tek kademeli, çift kademeli ve oransal kontrollü monoblok brülörlerde, günlük tankta depolanan yakıt, brülör gövdesinde mevcut pompa tarafından emilip en az 12 bar’a basınçlandırılarak, brülör otomatından kumanda alan bir yağ ventili vasıtasıyla brülör memesine iletilip yakılmaktadır. Hafif yağ yaktıkları için yakıt pulverizasyonu sadece yakıtın basınçlandırılarak brülör memesine sevki ile gerçekleştirilmektedir. Yakıt viskozitesi zaten düşük olduğundan, ayrıca yakıtın ısıtılmasına, dolayısıyla ısıtıcı bir pot depo sistemi kullanılmasına gerek bulunmamaktadır.

Hafif yağ yakan brülörlerin, kazan kapağına bağlantı düzeneği, çelik sac, alüminyum veya pik dökümden özel gövdesi, gövde üzerinde uygun evsaf ve güçte elektrik motoru, motor miline bağlı veya bağımsız ünite şeklinde hava fanı ve yakıt pompası ile hava ayar damperi, hava türbülatorü ve yakıt püskürtme memeleri bulunmalıdır. Hafif yağ yakan brülörlerde kullanılan motorların enerji verimlilik sınıfı en az IE3, koruma sınıfı IP55, izolasyon sınıfı F olmalıdır.

500 kW’a kadar olan hafif yağ brülörlerinde, genellikle brülör gövdesinde yer alan ve birbirleri ile akuple çalışan hava fanı ve yakıt pompası için tek motor kullanılmakta, 500 kW üzeri brülörlerin gövdesinde yer alan hava fanı ve yakıt pompası ayrı ayrı motorlarla sürülmekte ve birbirlerinden bağımsız üniteler olarak çalışmaktadırlar. Belirli bir kapasitenin üzerinde hafif yağ yakan monoblok brülörlerin vantilatörleri, bağlandıkları kazanların duman yolu direncine bağlı olarak brülör gövdesinden bağımsız olarak da üretilebilmektedir.

Oransal hafif yağ brülörlerinde hava fanı yakılan yakıt miktarıyla eşgüdümlü olarak değişken debiyle çalışabilecek şekilde, frekans konvertörlü olmalıdır.

Sıvı yakıt brülörlerinde ayar, limit ve emniyet değerlerinin kontrolü için sıcak su, kızgın su ve kızgın yağ kazanlarında termostatlar, buhar kazanlarında presostatlar kullanılmalıdır.

Brülör bünyesinde, hava vantilatörü, vantilatörün brülör gövdesinden bağımsız olması halinde brülör hava irtibat kanalı, ilk ateşlemeyi temin üzere yüksek gerilim ateşleme trafosu, ateşleme elektrodu ve ateşleme kablosu, esnek veya bakır yakıt bağlantı boruları, fotosel rölesinden kumanda alan magnetik veya basınçlı hava ile çalışan yakıt kapama vanaları bulunmalıdır.

Brülörlerde elektrik sigortaları, monofaze/trifaze motorlar için termik ve magnetik koruyuculu şalteri, yol verme şalteri, arıza sinyal lambaları ile kablo donanımı bulunan en az IP 54 koruma sınıfında kontrol panosu bulunmalıdır. Brülör ile brülör elektrik tablosu arasındaki kablo bağlantıları üstü muhafazalı kanal veya bir boru içinden geçirilerek yapılmalıdır. Brülörlerin kontrol panoları, kapasiteye bağlı olarak, ayrı olabileceği gibi brülör gövdesine entegre de olabilmektedir.

Hafif yağ yakan monoblok brülörlerde, brülör kapasitesine göre kontrol şekli tek, çift veya çok kademeli ve oransal olarak yapılmaktadır.

#### **7.3.1.1.1. Tek Kademe Kontrollü Hafif Yağ Yakan Monoblok Brülörler**

Tek kademe kontrollü hafif yağ yakan monoblok brülörler, tek yakıt püskürtme memesine sahip olup, kazan yüküne bağlı olarak yakılan yakıt miktarını ayarlamaları mümkün olmamaktadır. Söz konusu brülörler, ayarlı kazan basınç veya sıcaklık değerine kadar kapasitelerinde belirlenmiş miktarda yakıtı yakmakta, ayar sıcaklığına veya basıncına ulaştıklarında durdurulmaktadır.

Bu brülörlerin kontrolünde, kazan üzerinde aç/kapa ve emniyet olmak üzere en az iki adet termostat veya presostat kullanılmalı, gerekli hallerde, tasarımına bağlı olarak sistemde ilave limit termostat veya presostat yer almalıdır.

Tek kademe kontrollü sıvı yakıt brülörlerinde, brülörler duruşa geçtiğinde hava emiş ağızını kapatarak kazan içindeki hava sirkülasyonunu ve kazanın soğumasını engeleyen otomatik kapatma düzeneği bulunmalıdır.

Hafif yağ yakan tek kademeli brülörlerin meme seçimi, yakıt püskürtme açısı, yakıt debisi ve yakıt viskozitesi ile kazanların yanma odasının fiziksel özellikleri gibi parametreler değerlendirilmek suretiyle, üretici firma dokümanlarında yer alan meme eğrileri dikkate alınarak yapılmalıdır.

#### **7.3.1.1.2. Çift Kademe Kontrollü Hafif Yağ Yakan Monoblok Brülörler**

Çift kademe kontrollü hafif yağ yakan monoblok brülörler, sistemin kapasitesini genelde 1.Kademe %35-40, İkinci kademe %60-65 oranında paylaşan çift meme ile sağlamaktadırlar. Brülör, kazanın ayarlanan basınç veya sıcaklığına yaklaştığında 2.Kademe memeyi kapatıp,

yakıt hava klapesini de %60-65 oranına kısarak birinci çalışma kademesine geçmektedir. Bu sayede, brülörün olabildiğince kazandan çekilen güçle eş güdümlü olarak çalışması sağlanarak, duruş zamanlarının soğuma kayıpları, brülör ön süpürme kayıpları ile baca gazı sıcaklıkları minimize edilerek verim artışı sağlanmaktadır. Çift kademe kontrollü brülörlerde, ihtiyaç duyulan yük talebine bağlı olarak kademeler arası geçiş yapılmaktadır.

Çift kademe kontrollü hafif yağ yakan monoblok brülörlerin kontrolünde, kazan üzerinde iki adet kademe seçimi, bir adet de emniyet olmak üzere en az üç adet termostat veya presostat kullanılmalıdır.

Hafif yağ yakan çift kademeli brülörlerin meme seçimi, yakıt püskürtme açısı, yakıt debisi ve yakıt viskozitesi ile kazanların yanma odası fiziksel özellikleri gibi parametreler değerlendirilmek suretiyle, üretici firma dokümanlarında yer alan meme eğrileri dikkate alınarak yapılmalıdır.

### **7.3.1.1.3. Oransal Kontrollü Hafif Yağ Yakan Monoblok Brülörler**

Oransal kontrollü monoblok hafif yağ brülörleri, çift kademeli brülörlerde olduğu gibi, enerji tasarrufuna yönelik olarak kademesiz, yakıt miktarını tanımlanan bir kapasite aralığında, kazandan çekilen güce paralel olarak ayarlamakta ve oransal çalışmaktadırlar. Brülör gövdesinde hızlı kapamalı, geri dönüşlü özel bir meme yer almakta, söz konusu meme, yakıt dönüş hattında yer alan yakıt regülasyon vanası ile yakıt gidiş ve dönüş hatlarına entegre kontrol ventillerinin müştereken çalışması sonunda, yakıt miktarının sistemin ihtiyacına göre oransal olarak ayarlanmasını ve yakılmasını sağlamaktadırlar. Bu sayede, brülörlerde kapasiteyle orantılı, olabildiğince kesintisiz çalışma sağlandığından, duruş zamanlarının soğuma kayıpları, brülör ön süpürme kayıpları ile baca gazı sıcaklıkları minimize edilerek kazanda yüksek verim elde edilmektedir.

Kademesiz ayar, kazan yük bilgisini oransal çalışan termostat veya presostattan alan elektronik PID kontrol ünitesinin servomotoruna hareket vererek, bir yakıt ventili pistonunu ve hava klapesini gerekli ayar konumuna getirmesi ile sağlanmaktadır. Bu brülörlerde özel yapıda, yakıt geri dönüşlü tek meme kullanılmaktadır.

Oransal hafif yağ brülörlerinde hava fanı yakılan yakıt miktarıyla eşgüdümlü olarak değişken debiyle çalışabilecek şekilde, frekans konvertörlü olmalıdır.

Oransal kontrollü hafif yağ yakan brülörlerin kontrolünde kazan üzerinde, biri oransal işletme, diğeri emniyet olmak üzere en az iki termostat veya presostat yer almalıdır. Tasarımına veya brülör üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak, ikinci bir emniyet tedbiri amacıyla sistemde ilave bir limit presostat veya termostat daha kullanılmalıdır.

### **7.3.1.1.4. Brülör Hafif Yağ (Motorin) Tesisatı**

Hafif yağ yakan tek kademeli veya çift kademeli ya da oransal kontrollü monoblok brülörlerde genel olarak, yakıt ısıtılmadan, en az 12,0 bar basınçla brülör memesinden püskürtülerek yakılmaktadır.

Hafif yağ yakan tek kademe, çift kademe ve oransal kontrollü hafif yağ brülörlerinde günlük yakıt tankında depolanan yakıt, brülör gövdesinde mevcut pompa tarafından emilip, basınçlandırılarak, brülör otomatından kumanda alan selenoid yağ vanaları vasıtasıyla brülör memesine iletilmekte ve yakılmaktadırlar. Aynı hat üzerinde elle kumandalı vana ve yağ filtresi yer almaktadır. Yakılamayan yakıt, günlük yakıt tankına veya pompa emişine geri döndürülmektedir.

Ana yakıt tankı ile günlük yakıt tankı arasında elle kumandalı vana ve yağ yakıt filtresi bulunmalı, ana yakıt tankı ile günlük yakıt tankı arasında yeterli yükseklik farkı yoksa, tanklar arasında yakıt transfer pompası kullanılmalı, transfer pompası ve yağ yakıt filtresi yedekli tercih edilmelidir. Günlük yakıt tankı en az 50 cm olmak üzere, yeterli yükseklikte ve brülöre yeteri mesafede olmalı, brülör kendi pompasıyla günlük tanktan emiş yapabilmelidir.

Kazan dairesinde birden fazla hafif yağ yakan brülör yer alıyorsa, tasarımına bağlı olarak, hafif yağ tesisatı bir ring sistem olarak da çözümlenebilmektedir. Söz konusu ring sistemle, ana yakıt pompası ile günlük yakıt tankından emilerek basınçlandırılan hafif yağ, yakıt ring hattı sonunda tesis edilen elle kumandalı vana, filtre, manometre ve yağ basınç regülatöründen oluşan ekipmanlarla, gerekli çalışma basıncında brülör yakıt püskürtme memelerine iletilmekte ve pülverizasyonu sağlanmaktadır.

Ring hattında dolaşan hafif yağ basıncının düşük olarak tercihi durumunda, brülörlerde yakıtı direkt olarak ring hattından emen basınçlandırma pompaları kullanılmalı, söz konusu pompaların emiş basıncı, ring hattı basıncıyla uyumlu seçilmelidir. Ring hattının gidiş-dönüş bağlantıları doğrudan günlük yakıt tankına yapılmalı, ana yakıt pompası ile yakıt filtresi yedekli tercih edilmelidir.

### **7.3.1.2. Orta ve ağır Yağ ile Çalışan Monoblok Brülörler**

Orta ve ağır yağ brülörleri, 100°C sıcaklıkta 11,5 cSt (özel kalorifer yakıtı) ve 100°C de 40-50 cSt viskoziteli orta ve ağır yağ yakan brülörlerdir. Orta ve ağır yağ ile çalışan monoblok brülörlerde yakıt ısıtılarak viskozitesi düşürülmekte ve en az 20,0 bar'a kadar basınçlandırılarak pülverizasyonu sağlanmaktadır. Bu amaçla sistemde, ısıtıcı pot depo ve gerekli aksesuarları kullanılmaktadır.

Brülör çelik sac, alüminyum veya pik dökümden mamul özel gövdeye sahip olmalı, gövde üzerinde kazan kapağına bağlanmasını sağlayan aksamı, uygun evsaf ve güçte elektrik motoru, motor miline bağlı veya bağımsız ünite şeklinde hava fanı ve yakıt pompası, hava ayar damperi, yakıtı istenilen çalışma sıcaklık değerine çıkaran elektrikli ısıtıcısı, ısıtıcı ayar ve kontrol elemanları, basınçla brülör memesinden püskürtülmüş yakıtı ve yakma havasını uygun yanma için karıştıran türbülatorü bulunmalıdır. Orta ve ağır yağ brülörlerde kullanılan motorların enerji verimlilik sınıfı en az IE3, koruma sınıfı IP55, izolasyon sınıfı F olmalıdır.

Oransal orta ve ağır yağ brülörlerinde hava fanı yakılan yakıt miktarıyla eşgüdümlü olarak değişken debiyle çalışabilecek şekilde, frekans konvertörlü olmalıdır.

Brülörün vantilatörü sistemin karşı direncini yenecek ve brülörün en yüksek kapasitesindeki yanma havası gereksinmesini karşılayacak karakteristikte olmalıdır. Vantilatör, brülör gövdesinden ayrı ise brülör ile vantilatör arasında hava irtibat kanalı yapılmalıdır.

Orta ve ağır yağ yakan yüksek kapasiteli brülörlerin yer aldığı buharlı tesislerde, yakıtı memeden kopararak gaz haline getirmede hava gibi buhar da kullanılabilir. Söz konusu brülörlerde buhar yakıtı gaz haline getirirken, memenin temiz tutulmasına ve kükürt dioksit oluşumunun azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

Orta ve ağır yağ yakan sistemlerde öncelikle sıcak yakıt sirkülasyonu sağlanarak brülör devreye alınmalıdır. Brülörde ilk ateşlemeyi yapmak üzere, yüksek gerilim ateşleme trafosu, ateşleme elektrodu ve ateşleme kablosu bulunmalıdır. Brülör bünyesinde esnek veya bakır yakıt bağlantı boruları, fotosel rölesinden kumanda alan ateşleme ve sıcak yakıt sirkülasyon devrelerine ait selenoid veya basınçlı hava ile çalışan yakıt kapama vanaları olmalıdır. Brülörde bekleme veya durdurulma esnasında püskürtücü elemandan yakıt akışını kesen selenoid vana tertibatı, yakıtın viskozitesini düşürerek pulverizasyonunu kolaylaştıran elektrikli ön ısıtıcısı ve ön ısıtıcısı üzerinde atomizasyon sıcaklığını kontrol ederek ısıtıcılığı devreye alan ve çıkaran termostatı, alev oluşumu ve kontrolü için fotosel lambası bulunmalıdır. Brülör gövdesinin bakım veya izlenme maksadıyla kazan kapağında ayrılması halinde, yanmayı durduracak emniyet tertibatı olmalıdır. Sistemde ring hattı basıncına uygun yakıt hortumları veya yakıt boruları, brülöre giren yakıtın basınç ve sıcaklığının izlenmesi için manometre ve termometresi bulunmalıdır. Yüksek kapasiteli ağır yağ brülörleri, bakım kolaylığı için kazandan rahatlıkla ayrılmasını temin eden menteşeli veya raylı hareket mekanizmasına ya da müdahale edilebilir kapak sistemine sahip olmalıdır.

Brülörlerin panolarında elektrik sigortaları, monofaze/trifaze motorlar için termik ve magnetik koruyuculu şalteri, yol verme şalteri, arıza sinyal lambaları ve kablo donanımı bulunmalıdır. Brülör panoları, en az IP54 koruma sınıfında olmalıdır. Kapasiteye bağlı olarak, brülör kontrol panosu ayrı olabileceği gibi, brülöre entegre de olabilmelidir. Brülör ile elektrik tablosu arasındaki kablo bağlantıları üstü muhafazalı kanal veya bir boru içinden geçirilerek yapılmalıdır.

### **7.3.1.2.1. Orta ve Ağır Yağ Yakan Tek Kademeli Brülörler**

Tek kademe kontrollü orta ve ağır yağ yakan monoblok brülörler, tek yakıt püskürtme memesine sahip olup, kazan yüküne bağlı olarak yakılan yakıt miktarını ayarlamaları mümkün olmamaktadır. Söz konusu brülörler, ayarlı kazan basınç veya sıcaklık değerine kadar kapasitelerinde belirlenmiş miktarda yakıtı yakmakta, ayar sıcaklığına veya basıncına ulaştıklarında durdurulmaktadır.

Orta ve ağır yağ yakan tek kademeli brülörlerin kontrolünde kazan üzerinde aç/kapa ve emniyet olmak üzere en az iki adet termostat veya presostat kullanılmalı, gerekli hallerde, tasarımına bağlı olarak sistemde ilave limit termostat veya presostat yer almalıdır.

Tek kademe kontrollü orta ve ağır yağ yakıt brülörlerinde, brülörler duruşa geçtiğinde hava emiş ağızını kapatarak kazan içindeki hava sirkülasyonunu ve kazanın soğumasını engelleyen otomatik kapatma düzeneği bulunmalıdır.

Orta ve ağır yağ yakan tek kademeli brülörlerle kullanılan ekipmanlar yüksek viskoziteli sıvı yakıtlara uygun tip ve özelliklerde seçilmelidir.

Orta ve ağır yağ yakan tek kademeli brülörlerin meme seçimi, yakıt püskürtme açısı, yakıt debisi ve yakıt viskozitesi ile kazanların yanma odasının fiziksel özellikleri gibi parametreler değerlendirilmek suretiyle, üretici firma dokümanlarında yer alan meme eğrileri dikkate alınarak yapılmalıdır.

#### **7.3.1.2.2. Orta ve Ağır Yağ Yakan Çift Kademeli Brülörler**

Çift kademe kontrollü orta ve ağır yağ yakan monoblok brülörler sistemin kapasitesini, genelde 1.Kademe %35-40, İkinci kademe %60-65 oranında paylaşan çift meme ile sağlamaktadırlar. Brülör, kazanın ayarlanan basınç veya sıcaklığına yaklaştığında 2.Kademe memeyi kapatıp, yakıt hava klapesini de %60-65 oranına kısarak birinci çalışma kademesine geçmektedir. Bu sayede, brülörün olabildiğince kazandan çekilen güçle eş güdümlü olarak çalışması sağlanarak, duruş zamanlarının soğuma kayıpları, brülör ön süpürme kayıpları ile baca gazı sıcaklıkları minimize edilerek verim artışı sağlanmaktadır. Çift kademe kontrollü brülörlerde, ihtiyaç duyulan yük talebine bağlı olarak kademeler arası geçiş yapılmaktadır.

Çift kademe kontrollü orta ve ağır yağ yakan monoblok brülörlerin kontrolünde, kazan üzerinde iki adet kademe seçimi, bir adet de emniyet olmak üzere, en az üç adet termostat veya presostat kullanılmalıdır.

Orta ve ağır yağ yakan çift kademeli brülörlerde kullanılan ekipmanlar yüksek viskoziteli sıvı yakıtlara uygun tip ve özelliklerde seçilmelidir.

Orta ve ağır yağ yakan çift kademeli brülörlerin meme seçimi, yakıt püskürtme açısı, yakıt debisi ve yakıt viskozitesi ile kazanların yanma odasının fiziksel özellikleri gibi parametreler değerlendirilmek suretiyle, üretici firma dokümanlarında yer alan meme eğrileri dikkate alınarak yapılmalıdır.

#### **7.3.1.2.3. Orta ve Ağır Yağ Yakan Oransal Kontrollü Brülörler**

Oransal kontrollü orta ve ağır yağ yakan monoblok brülörler, çift kademeli brülörlerde olduğu gibi, enerji tasarrufuna yönelik olarak kademesiz, yakıt miktarını tanımlanan bir kapasite aralığında, kazandan çekilen güce paralel olarak ayarlamakta ve oransal çalışmaktadırlar. Brülör gövdesinde hızlı kapama, geri dönüşlü özel bir meme yer almakta, söz konusu meme, yakıt dönüş hattında yer alan yakıt regülasyon vanası ile yakıt gidiş ve dönüş hatlarına entegre kontrol ventillerinin müştereken çalışması sonunda, yakıt miktarının sistemin ihtiyacına göre oransal olarak ayarlanmasını ve yakılmasını sağlamaktadırlar. Bu sayede brülörlerle kapasiteye bağlı olabildiğince kesintisiz çalışmaya sağlandığından, duruş zamanlarının soğuma kayıpları, brülör ön süpürme kayıpları ile baca gazı sıcaklıkları minimize edilerek kazanda yüksek verim elde edilmektedir.

Kademesiz ayar, kazan yük bilgisini oransal çalışan termostat veya presostattan alan elektronik PID kontrol ünitesinin servomotoruna hareket vererek bir yakıt ventili pistonunu ve hava klapesini gerekli ayar konumuna getirmesi ile sağlanmaktadır. Bu brülörlerde özel yapıda, yakıt geri dönüşlü tek meme kullanılmaktadır.

Oransal orta ve ağır yağ brülörlerinde hava fanı yakılan yakıt miktarıyla eşgüdümlü olarak değişken debiyle çalışabilecek şekilde, frekans konvertörlü olmalıdır.

Oransal kontrollü orta ve ağır yağ yakan brülörlerin kontrolunda kazan üzerinde, biri oransal işletme, diğeri emniyet olmak üzere en az iki termostat veya presostat yer almalıdır. Tasarımına veya brülör üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak, ikinci bir emniyet tedbiri amacıyla sistemde ilave bir limit presostat veya termostat da kullanılabilir.

#### **7.3.1.2.4. Orta ve Ağır Yağ Yakan Oransal Kontrollü Rotatif Brülörler**

Orta ve ağır yağ yakan oransal kontrollü rotatif brülörler, 100°C'de 11,5 cSt (özel kalorifer yakıtı), 100°C'de 40 cSt (5 No.lu Fuel-Oil) ve 50 cSt (6 No.lu Fuel-Oil) viskoziteli sıvı yakıtları 2,5-3,0 bar gibi düşük basınç ve 80°C gibi düşük sıcaklıkta verimli şekilde yakan, döner çalışan brülörlerdir. Söz konusu brülörlerde sıvı yakıt, yakıt hunisi içinde hızla döndürülerek, basınçlı hava ile huni ucundan koparılıp pulverize edilmek suretiyle, brülör ateşleme düzeni önünde gaz haline getirilip yakılmaktadır. Orta ve ağır yağ yakan oransal kontrollü rotatif brülörler genel olarak yüksek kapasiteli sistemlerde viskozitesi yüksek ağır yağların (5 ve 6 No.lu fuel-oil ) yakılmasında tercih edilmektedir.

Çekilen yüke bağlı olarak yakıt koparma ve yakma havası ile yakıtı oransal ayarlayabilen rotatif sıvı yakıt brülörlerinde, bir oransal ayar servomotoru, brülör gövdesinden bağımsız frekans konvertörlü vantilatörü, vantilatör-brülör arası hava kanalı, LPG veya mazot ile ön ateşleyicisi, ateşleme bujileri için termostat kumandalı elektrikli ısıtıcısı, alev oluşumu ve kontrolü için fotoseli, montaj kapağı, koparma ve yakma havası klapeleri, ateşleme için yüksek voltaj trafosu bulunmalıdır. Oransal rotatif sıvı yakıt brülörleri, sırasal kontrol otomatı ile kazan içi ön süpürme yapılmasını, LPG pilot gazı selenoid vanasının açılmasını, bujilerin çakmasını, gaz alevinin oluşmasını ve emniyet süresi içinde ana alev oluşmadığı durumlarda brülörün durdurulmasını sağlamalıdır. Brülörün termik ve magnetik koruyuculu otomatik motor şalterleri, çalışma ve arıza durumunu gösteren sinyal lambaları ve sigortaları, oransal ayar servomotoruna komut veren PID kontrol cihazını içeren, kablolaması yapılmış en az IP 54 koruma sınıfında kontrol panosu olmalıdır. Brülör ile kontrol panosu arasındaki tüm elektrik bağlantıları, uygun muhafaza borusu veya üzeri örtülü kablo tavaşı içinden yapılmalıdır.

Oransal rotatif orta ve ağır yağ brülörlerinde hava fanı yakılan yakıt miktarıyla eşgüdümlü olarak değişken debiyle çalışabilecek şekilde, frekans konvertörlü olmalıdır.

Rotatif brülörlerde, tasarımına bağlı olarak, sıvı yakıt miktarı ölçümü, hatta takılan tek sayaçla yapılabilmektedir. Filtreleme ve pompalama istasyonlarında 80°C sıcaklıkta ısıtılan ağır yağ doğrudan rotatif brülörlere iletilerek yakılabilmektedir. 2.5-3.0 bar gibi düşük basınçta çalışma özelliği nedeniyle rotatif brülörler yüksek kısma oranlarında çalışabilmektedir. Kazanların fiziksel özelliklerine ve kapasitesine bağlı olarak söz konusu kısma oranı 1:6'ya ulaşabilmektedir.



### 7.3.1.2.5. Orta ve ağır Yağ Yakıt Tesisatı

Büyük kapasiteli tesislerin orta ve ağır yağ yakıt tesisatlarının yapımında, ısı merkezi dışında dik silindirik büyük hacimli bir ana yakıt tankı, ısı merkezi içinde de Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te belirtilen limitler dahilinde günlük yakıt tankı kullanılmalıdır. Ana yakıt tankının tabanı ve çıkış ağzı, viskozitesi yüksek yağa akışkanlık kazandırmak için ısı merkezinde üretilen ısıtıcı akışkan veya elektrikli ısıtıcılarla ısıtılmalı, biri yedek kullanılan iki pompa ile filtrelendikten sonra günlük tanka minimum 40°C sıcaklıkta iletilmelidir. Tanklar arası bağlantı boruları refakat ısıtıcılı ve yeterli kalınlık ve yoğunlukta ısı yalıtım malzemesi ile izoleli olmalıdır. Yakıt tesisatında kullanılan tüm filtrelerin giriş ve çıkışlarında termometre, vakummetre ve küresel yağ vanaları, yakıt pompaların giriş ve çıkışlarında küresel yağ vanaları, pompa çıkışlarında emniyet vanası ile yeterli sayıda manometre, termometre, çekvalf ve pislik tutucu yer almalıdır. Yakıt depolarında sıcaklık kontrolü, ısıtıcı akışkan hattı üzerinde tesis edilen termostatik veya motorlu kontrol vanalarıyla yapılmalıdır. Isıtıcı akışkan olarak buhar kullanılması halinde, sistemde buhar ve kondens tesisatı tüm aksesuarları ile tesis edilmelidir.

Günlük yakıt tankından yine ısıtıcı akışkan veya elektrikli ısıtıcılarla ısıtılarak alınan ve ana yakıt pompalarıyla takriben 6,0 bar'a kadar basınçlandırılan orta ve ağır yağ yakıt, biri yedek olmak üzere, iki adet yakıt filtre sisteminden geçirilip, yakıt ısıtma eşanjörleri veya elektrikli ısıtıcıları ile 80°C'a kadar ısıtılmak suretiyle ring hattına basılmalıdır. Günlük tank ve eşanjör sisteminin yakıt tesisatında kullanılan tüm filtrelerin giriş ve çıkışlarında termometre, vakummetre ve küresel yağ vanaları, yakıt pompaların giriş ve çıkışlarında küresel yağ vanaları, pompa çıkışlarında emniyet vanası ile yeterli sayıda manometre, termometre, çekvalf ve pislik tutucu yer almalıdır. Yakıt ring hattı sonunda yer alan genelde gliserinli, denge kaplı bir yağ basınç regülatörü ile ring hattı sıvı yakıt basıncı 3,0 bar civarında tutulmalıdır. Tasarımına bağlı olarak farklı sıcaklık ve basınçta sıvı yakıt gerekmesi halinde, yakıt tesisatı, brülör üretici firmasının teknik dokümanlarına uygun olarak yapılmalıdır. Brülörlerin yakıt dönüş hatları doğrudan ring hattı dönüşüne bağlanmalıdır. Ring hattı refakat ısıtıcı akışkan ile ısıtılmalı, yeterli kalınlık ve yoğunluktaki yalıtım malzemesiyle izole edilmelidir.

Brülörlerin yağ giriş ve çıkışları, ring hattı gidiş ve dönüşüne küresel yağ vanalarıyla bağlanmalıdır. Brülör önünde bir ölçü bloğu üzerinde gelen yakıtın sıcaklığını kontrol eden minimum/maksimum sıcaklık ayarlı termostat ve bir manometre yer almalıdır. Oransal ayar vanasından sadece ihtiyaç kadar yakıt geçirilip, yakıt fazlası ayar vanasından geri döndürüldüğünden yakılan yakıt miktarının ölçümünün gerekmesi halinde ölçüm işlemi ayar vanası çıkışına konulan bir sayaçla yapılmalı, sayaç girişinde küresel bir yağ vanası bulunmalıdır. Hat üzerinde bulunan solenoid yağ vanaları, brülör otomatından kumanda almalıdır.

Rotatif brülörlerde, LPG gazı kullanan bir pilot hattı tesis edilmeli, söz konusu LPG hattında elle kumandalı bir küresel vana, pislik tutucu, gaz basınç regülatörü ve brülör otomatından kumanda alan solenoid vanalar yer almalıdır. Isı merkezinde gaz kullanılması istenmeyen rafineri gibi tesislerde, pilot ateşleme, gerektiğinde uygun ekipmanlar kullanılarak mazot ile yapılabilir.

Orta ve ağır yağ kullanan tesislerde, uzun duruşlar öncesi yakıt hatlarını temiz tutmak maksadıyla sistem bir süre motorin yakılarak devreden çıkarılmalıdır. Yeniden devreye giriş yine bir süre motorin yakılarak sağlanmalı, bu nedenle sistemde düşük hacimli bir motorin tankı öngörülmalıdır.

40°C sıcaklıkta 4,5 cSt viskoziteden daha büyük viskoziteli orta ve ağır yağ ile çalışan brülörlerin günlük ve ana yakıt tanklarında, yakıt giriş çıkış ve su tahliyesi için vanalar, yakıt akışkanlık kazandıracak ısıtıcılar, tank çıkışlarında filtreler, hava tahliyeleri, termometreler yer almalıdır. Yakıt ring hattı üzerinde hava separatörleri ve su tahliye vanaları bulunmalıdır. Yakıt hatları taşıdıkları yakıt viskozitesine uygun şekilde buharlı, kızgın sulu, sıcak sulu, elektrikli refakat ısıtıcılarıyla donatılıp, yeterli kalınlık ve yoğunluktaki ısı yalıtım malzemesiyle izole edilmelidir. Ana yakıt tankından günlük yakıt tankına gönderilen yakıt, akıcılığı sağlanmak amacıyla, debisine uygun ısıl güçte ısıtıcılarla ana hat yakıt pompasının emiş ağzında en az 40°C sıcaklıkta olacak şekilde ısıtılmalıdır. Brülör ring hattı yakıt pompası çalışma şartları dikkate alınarak, yakıt günlük tankta uygun sıcaklıkta ısıtılmalı, gerekli hallerde günlük tank elektrikli ısıtıcı ile takviye edilmelidir.

Yakıtın önce brülör pompasına, sonra da brülör namlusuna uygun viskozitede iletimi için gerekli hallerde, sistemin gerekli bölümlerinde yakıtın soğumasını önleyici tedbirler alınmalı, brülör memesinin tıkanmaması için sistemde yeterli hassasiyette filtre kullanılmalıdır.

### **7.3.2. Gaz Yakıt ile Çalışan Monoblok Brülörler**

Gaz brülörleri, gaz ve havayı basınç altında türbülötörlerinde karıştırarak, sistemde kullanılan emniyet elemanlarının denetiminde yakan cihazlardır. Söz konusu gaz brülörlerinde yanma başlığı, hava akışının varlığının kontrolü için hava basınç presostatı, ateşleme elektrotları ve alev algılaması için iyonizasyon elektrodu veya fotosel lambası, ateşleme trafosu, uygun kapasiteli hava fanı ve motoru, kazan bağlantı flanşı, kablo donanımları ile çalışma ve arıza sinyal sistemleri bulunmalı, gaz hattında küresel vana, filtre, kompansatör, regülatör, giriş ve çıkış manometresi, işletme ve emniyet solenoid vanaları, minimum ve maksimum gaz basınç presostatı, ventil gaz kaçak kontrol sistemi yer almalıdır.

Gaz yakan brülörlerde kullanılan motorların enerji verimlilik sınıfı en az IE3, koruma sınıfı IP55, izolasyon sınıfı F olmalıdır.

Monoblok gaz brülörlerinde yakılacak gazın miktar ayarı tek, çift, çok kademeli ve oransal kontrollü olarak yapılmaktadır.

#### **7.3.2.1. Tek Kademe Kontrollü Monoblok Gaz Brülörleri**

Tek kademe kontrollü monoblok gaz brülörleri Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) uyarınca, sadece 100 kW güce kadar olan düşük kapasiteli gaz yakıtlı kazanlarda kullanılabilirler.

Tek kademe kontrollü monoblok gaz brülörlerinde kazan yüküne bağlı olarak yakılan gaz miktarını ayarlamaları mümkün olmamaktadır. Söz konusu brülörlerde, ayarlı kazan basınç veya sıcaklık değerine kadar, kapasitelerinde belirlenen miktarda gaz yakılmakta, ayar sıcaklığına veya basıncına ulaşıldığında brülörler durdurulmaktadır. Bu brülörlerin

kontrolünde kazan üzerinde aç/kapa ve emniyet olmak üzere en az iki adet termostat/presostat kullanılmakta, gerekli hallerde, sistemde ilave olarak limit termostat/presostat yer almaktadır.

Tek kademe kontrollü gaz brülörlerinde duruş zamanlarında hava emiş ağızını kapatarak kazan içindeki hava sirkülasyonunu ve kazanın soğumasını engelleyen otomatik kapatma düzeneği bulunmalıdır.

### **7.3.2.2. Çift Kademe Kontrollü Monoblok Gaz Brülörleri**

Çift kademe kontrollü monoblok gaz brülörleri Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) uyarınca, kapasiteleri 600 kW güce kadar olan kazanlarda kullanılabilirler.

Çift kademe kontrollü monoblok brülörler sistemin kapasitesini genelde 1.Kademe %35-40, ikinci kademe %60-65 oranında sağlamaktadırlar. Söz konusu brülörler, kazanın ayarlanan basınç veya sıcaklığına yaklaştığında yakılan gaz miktarının %60-65 oranına kısarak birinci çalışma kademesine geçmektedir. Bu sayede, brülörün olabildiğince kazandan çekilen güçle eş güdümlü olarak çalışması sağlanarak, duruş zamanlarının soğuma kayıpları, brülör ön süpürme kayıpları ile baca gazı sıcaklıkları minimize edilerek verim artışı sağlanmaktadır.

Bu brülörler, ihtiyaç duyulan yük talebine bağlı kademeler arası geçiş yapabilmektedirler. Çift kademe kontrollü gaz brülörleri, kademe seçimini, gaz ve hava klapelerine kumanda eden bir servomotor veya çift kademe kontrollü bir selonoid vana ve bu vanayla uyumlu çalışan bir hava klapesi kullanarak sağlayabilmektedirler.

Çift kademe kontrollü monoblok gaz brülörlerinin kontrolünde, kazan üzerinde iki adet kademe seçimi, bir adet emniyet olmak üzere en az üç adet termostat veya presostat kullanılmalıdır.

Tasarımına bağlı olarak bazı uygulamalarda üç kademe hatta çok kademe kontrollü gaz brülörleri de kullanılabilirler. Söz konusu brülörlerin çalışma şekli iki kademe kontrollü brülörlere benzemekle birlikte, sadece ilave kademeye geçebilmek için her defasında bir fazla kademe seçim termostatu veya presostatu kullanılmaktadır.

### **7.3.2.3. Oransal Kontrollü Monoblok Gaz brülörleri**

Oransal kontrollü monoblok gaz brülörleri Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) uyarınca kapasiteleri 600 kW üzerinde olan orta ve yüksek kapasiteli gaz yakıtlı kazanlarda kullanılmaktadır. Ancak, tasarımına bağlı olarak istenildiğinde 100-600 kW güçlerdeki kazanlarda da arasında oransal kontrollü monoblok gaz brülörü kullanılabilirler.

Oransal kontrollü gaz brülörleri, kazan yükünü esas almak suretiyle yakılan gaz miktarını kademesiz olarak sürekli ayarlayan, en ekonomik çalışan brülörlerdir. Söz konusu brülörlerde kademesiz ayar, kazan yük bilgisini oransal çalışan termostat veya presostattan alan elektronik PID kontrol ünitesinin hava ve gaz klape servomotoruna kumandasıyla sağlanmaktadır. Yakma yönetim sistemi kullanılan brülörlerde ise kademesiz ayar, hava ve gaz miktarlarını kontrol eden klapelerde her biri için ayrı ayrı kullanılan adım motorları veya servomotorlara kumanda edilerek yapılmaktadır. Bu sayede brülörlerde kapasiteye bağlı olabildiğince kesintisiz çalışmaya sağlandığından, duruş zamanlarının soğuma kayıpları, brülör

ön süpürme kayıpları ile baca gazı sıcaklıkları minimize edilerek kazanda yüksek verim elde edilmektedir.

Oransal kontrollü monoblok gaz brülörlerinde tasarımına bağlı olarak, hava fanı yakılan gaz miktarıyla eşgüdümlü olarak değişken debiyle çalışabilecek şekilde, frekans konvertörlü olmalıdır.

Oransal kontrollü gaz brülörlerinin kontrolünde biri oransal işletme, diğeri emniyet olmak üzere en az iki termostat veya presostat yer almalıdır. Tasarımına veya brülör üreticisinin tavsiyesine bağlı olarak, ikinci bir emniyet tedbiri amacıyla, sistemde ilave bir limit presostat veya termostat da kullanılabilir.

#### **7.3.2.4. Gaz Yakıt Tesisatı**

Isı merkezlerinde gazın emniyetli bir şekilde kullanılabilmesi için sistemde tesis edilecek gaz yolu armatürleri, brülörlerin kapasitelerine, gazın basıncına, bağlı oldukları kazanların teknik özelliklerine ve ürettikleri akışkanların cinsine bağlı olarak seçilmeli, söz konusu gaz yolu işletme ve emniyet armatürlerinin teknik özellikleri TS EN 676+A2 Standardına uygun olmalıdır. Bina içi gaz tesisatının projelendirilmesi ve uygulaması TS 7363 Standardına göre yapılmalıdır.

Standartlar gereği, üretilen akışkan cinsine bağlı olmaksızın tüm kazanlarda yer alan her bir brülörün gaz hattında, en az biri emniyet diğeri işletme olmak üzere iki solenoid gaz vanası, gazın emniyetli bir şekilde yanması için yeterli basınçta brülör ağzına iletilmesini sağlayan basınç regülatörü, gazın filtrelenerek sızıntıya neden olabilecek bir döküntü bırakmadan regülatör ve ventillerden geçmesini sağlayan, filtreleme kapasitesi standartlarla belirlenmiş bir gaz filtresi, regülatörün düzgün çalışmasını sağlayan, aksi halde sistemi durduran ayar değerleri belirlenmiş minimum ve maksimum basınç presostatları, regülatör çıkış basıncını gösteren manometresi, hatta oluşabilecek dengesiz titreşimleri alan bir kompensatörü bulunmalıdır. Söz konusu gaz yolu armatürlerine ilaveten, kazan kapasitesinden ve gaz giriş basıncından bağımsız olarak buhar ve kızgın su kazanları ile gaz giriş basıncı 300 mbar ve üzerinde olan sıcak su kazanlarında kullanılan gaz brülörlerinde, işletme ve emniyet solenoid vanaları arasında bir gaz sızdırmazlık kontrol vanası veya pompalı ya da özel programlanmış bir elektronik sızdırmazlık sistemi yer almalıdır.

Gaz giriş basıncının 300 mbar'dan daha yüksek olduğu sistemlerde, yukarıda belirtilen gaz hattı armatürlerine ek olarak, dalgalı veya kesintili gaz gelmesi ya da regülatör arızası gibi Fönünde ayarlanabilir emniyet kesme vanası (Safety Adjusting Valve) tesis edilmeli, ayrıca regülatör çıkışında ayar değerinin üzerinde gelen gazı ortam dışına tahliye eden bir otomatik tahliye vanası (Relief Valve) kullanılmalıdır. Emniyet ve işletme gaz ventillerinin olağan dışı hallerde hattı kapatmaları sonucu, regülatör çıkışında birikecek olan gazın brülör devreye girmeden önce tahliyesi maksadıyla, sistemde, çıkışı kazan dairesi dışına/atmosfere açılan elle kumandalı bir gaz tahliye vanası yer almalıdır.

Brülör işletmesinin emniyetli çalışmasını teminen, tüm brülörlerde hat önünde küresel bir gaz vanası kullanılmalı, söz konusu vana öncesinde konumlandırılan bir manometre ile gazın geliş basıncı ölçülmeli, büyük kapasiteli sistemlerde brülör yanında ve hat sonunda ikinci bir

küresel kesme vanası, brülör üretici firma tarafından tesis edilmelidir. Brülör, bir yakma yönetim sistemine sahipse, brülöre yakın konumlandırılan ikinci vanadan sonra gaz hattında servomotor kontrollü bir gaz miktarı ayar klapesi kullanılmalıdır. Tasarımına bağlı olarak, 1,0 bar ve üzeri gaz kullanan büyük kapasiteli tesislerde, bakım ve onarım sırasında gaz hattına hava karışması riskinin kontrolü ve karışan havanın tahliye edilmesinin sağlanması için ilk ateşlemede kullanılmak üzere, opsiyonel olarak, regülatör girişinde ilave bir manometre ve giriş küresel vanası sonrasında basma butonlu bir alev kontrol beki tesis edilmelidir.

Brülör çalışma prensibi gereği, bir pilot devresi gerektiriyorsa pilot hattında da bir küresel vana, basınç regülatörü ile işletme ve emniyet solenoid vanası yer almalıdır. Bu hat, ana hattan ayrı çekilebileceği gibi, ana gaz hattının ekipmanları ortak kullanılarak, brülör regülatör çıkışından bransman alınmak suretiyle de yapılabilir. Sistemde ayrı hat çekilmesi halinde, pilot gaz basıncı izlenmeli, pilot hattı regülatörü çıkışında da bir manometre kullanılmalıdır.

Sıvı yakıt ve doğalgaz olmak üzere çift yakıtlı brülörlerde yağ yakıt için pilot ateşleme sistemi genelde LPG gazı ile yapıldığından, doğalgaz/LPG seçimi gaz kullanımına uygun bir üç yollu vana ile sağlanmalıdır.

Brülörlerde gaz yolu armatürlerinin çapı, giriş vanasından itibaren yakıt hattında yer alan tüm armatürlerin ve brülörün kayıpları ile kazan gaz yolu direnci dahil olmak üzere, tüm gaz yolu basınç kaybının bacaya kadar hesaplanmasıyla belirlenmelidir.

Özellikli tesislerde tasarımına bağlı olarak, Gaz Dağıtım Kuruluşu'ndan 300 mbar üzerinde bir basınç ile gazın sisteme getirilmesi istenebilmektedir.

Brülör gaz ayar setinde kullanılacak boru ve fittingslerin malzeme özellikleri TS EN 676+A2 Standardına uygun olmalıdır.

Brülör gaz yolu armatürlerinin bağlantıları, 4,0 bar'a kadar DN 25 mm ve daha küçük çaplarda kaynaklı, flanşlı, vidalı; 2,0 bar'a kadar DN 25 mm'den büyük ve DN 65 mm'den küçük çaplarda kaynaklı, flanşlı, vidalı; 2,0 - 4,0 bar'a kadar DN 25 mm'den büyük ve DN 65 mm'den küçük çaplarda kaynaklı, flanşlı; 0 - 4,0 bar'a kadar DN 65 mm ve daha büyük çaplarda kaynaklı, flanşlı olmalıdır. Brülör gaz kontrol hattından sonra brülöre kadar çekilecek hattın dişli bağlantılı olması durumunda, sızdırmazlığı sağlamak amacıyla söz konusu bağlantılarda uygun kalınlıkta özel sızdırmazlık malzemesi kullanılmalıdır.

Isı merkezlerinde gaz taşıyan borulardaki gaz hızı 25 m/s'den fazla olmamalıdır. Brülörün küresel vanadan itibaren, gaz armatürlerindeki gaz hızı brülör üretici firmanın tasarımına bağlı olarak değişebilmektedir.

Isı merkezlerinde gaz tesisatının emniyetle yapılabilmesi için 300 mbar ve daha yüksek basınçlı sistemlerde kaynak işlemi sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılmalıdır. 300 mbar ve daha yüksek basınçlı yeraltı ve yerüstü uygulamalarda tüm çaplarda kaynaklar %100 oranında röntgen kontrolüne tabi tutulmalıdır. 300 mbar'dan daha düşük basınçlı uygulamalarda kaynak kontrolü ilgili gaz dağıtım şirketlerinin mevzuatına uygun olarak yapılmalıdır.

Isı merkezlerinde yer alan brülörlerde, gaz yolu armatürleri hattında, gaz giriş basıncından bağımsız olarak, standartlar gereği gaz basıncını brülörde işletme basıncına düşürecek bir regülatör kullanılması zorunlu olup, söz konusu brülör gaz girişinde kullanılacak regülatörün görevi, ısı merkezi dışında yer alan RMS (Regulating and Measuring System) istasyonu regülatörüne yüklenememektedir. Brülörlerin gaz yolu hattında kullanılması zorunlu olan regülatör bazı hallerde gaz işletme solenoid ventiline entegre olarak da temin edilebilmektedir.

Bina içinde bulunan ısı merkezlerinde gaz giriş basıncı maksimum 300 mbar olmalıdır. Binlardan bağımsız yüksek kapasiteli ısı merkezlerinde, tasarımına bağlı olarak, gaz hattı ve gaz yolu armatür çaplarının küçültebilmesi için ısı merkezi gaz giriş basıncı maksimum 4,0 bar değerine kadar seçilebilmektedir. Isı merkezi gaz giriş basıncının 300 mbar değerinden yüksek olduğu tesislerde gaz hattına yerleştirilen regülatörün otomatik gaz tahliye vanası (Relief Valve) ile birlikte verilmeli, regülatör giriş ve çıkışlarına manometre bağlanmalıdır.

Isı merkezlerinde emniyeti sağlamak amacıyla kullanılacak gaz algılama ve kesme sistemlerine ait sensörler ex-proof olarak seçilmeli, söz konusu sensörler havadan hafif doğalgaz vb. uygulamalarda ısı merkezi tavanından 100-150 mm aşağıya, havadan ağır LPG vb. uygulamalarda tabandan 300 mm yukarıya monte edilmelidirler.

Gaz algılama ve alarm cihazlarıyla birlikte kullanılan gaz kesme emniyet solenoid vanaları genel olarak gazın ısı merkezine giriş noktasında, açık alanda yer almalıdır.

### **7.3.3. Çift Yakıtlı Brülörler (Sıvı+Gaz)**

Mekanik yapılı (sıvı+gaz) çift yakıtlı brülörlerde, farklı yakıtların hava gereksinimleri de farklı olacağı için iki ayrı yakıt/hava miktarı ayar düzeneği kullanılması gerekmektedir.

Kullanılan yakıtlar için ayrı ayrı emisyon değerleri her bir yakıt kapasite kademesinde ölçülerek uygun değerlere ulaşıldığında, hava klapesi konumu brülörün mekanik belleğine kaydedilmekte, ayarlar tamamlandıktan sonra seçilen yakıtta göre, yakıt/hava ayar düzeneği ile hava klapesi bir mekanizma ile bağlanmaktadır. İşletme sırasında yük talebine ve yakıt cinsine bağlı olarak PID kontrol ünitesinden kumanda alan servomotor ile uygun ayar değeri otomatik olarak mekanik bellekten seçilerek verimli yanma sağlanmaktadır.

Her kontrol noktasında bir ayar servomotoru kullanılan, yakma yönetim sistemli (YYSS) brülörlerde, yüke bağlı yakma ayar seçimi elektronik bellekten alınarak yapılmaktadır. Seçilen yakıt için her bir yakıt kapasite kademesinde hava talebi emisyon değerleri ölçülerek tesbit edilmekte ve tüm servomotor ayar konumları elektronik belleğe girilmektedir. İşletme sırasında yük talebine ve yakıt cinsine bağlı olarak, uygun ayar değeri elektronik bellekten alınarak verimli yanma sağlanmaktadır.

Yakma yönetim sistemli veya mekanik kontrollü çift yakıtlı brülörlerde, genel olarak yakıtlar ayrı ayrı yakılmaktadır. Ancak, yüksek kapasitelerle birlikte, değişik yakıtların kontrollü miktarlarda yakılmasının gerektiği sistemlerde, anlık enerji ihtiyacı belirlenerek, yakıtları belli oranlarda seçmek suretiyle birlikte yakan, bilgisayar denetimli çift yakıtlı brülörler de

bulunmaktadır. Bazı çok yakıtlı brülörlerde, fuel-oil ve doğalgaza ek olarak LPG, biyogaz ya da çöpgaz da yakıt olarak kullanılabilir.

Çift yakıtlı brülörlerde kullanılan motorların enerji verimlilik sınıfı en az IE3, koruma sınıfı IP55, izolasyon sınıfı F olmalıdır.

#### **7.3.3.1. Çift Yakıtlı Monoblok Brülörler**

Çift Yakıtlı Monoblok Brülörler, çift yakıtlı brülörlerin genel özelliklerine sahip olmakla birlikte, söz konusu brülörlerin kafa yapıları ve türbülatorleri her iki yakıtı da standartlarda belirlenmiş emisyon değerlerini sağlayacak şekilde tasarımı olduğundan, kısma oranları daha düşük olmaktadır.

Belirleyici bir standart olmamakla birlikte, düşük kapasiteli kazanlarda sıvı yakıt olarak genellikle motorin kullanılmaktadır. Gaz yakıtı geçildiğinde, brülör sıvı yakıt aksamının özellikle kazan içinde kalan meme kısmının korunması ve brülör ömrünün uzatılması için brülör imalatçı firması tarafından gerekli önlemler alınmalı, işletme brülör imalatçı firmasının talimatlarına uygun olarak yapılmalıdır.

#### **7.3.3.2. Çift Yakıtlı Rotatif Brülörler (Sıvı+Gaz)**

Çift yakıtlı rotatif brülörler, sıvı yakıt yakma yapıları itibarıyla rotatif çalışma prensibini uygulayan, ancak mekanik yapıları gaz yakmaya da uygun olan brülörlerdir. Söz konusu brülörler, yanmaya doğal hali ile hazır olan gazı yakarken dönme eylemi yapmamaktadırlar. Gaz yakıt kullanılırken döner kısımları fırın veya kazan dışında tutulabilmekte, böylece yüksek devirde çalışma özelliğinde olan brülör parçaları yüksek sıcaklıktan korunabilmektedir.

#### **7.3.4. Düşük NO<sub>x</sub> (Low NO<sub>x</sub>) Brülörler**

Düşük NO<sub>x</sub> (Low NO<sub>x</sub>) Brülörler, rotatif veya monoblok ya da premix-ışınım tipte olabilmektedir.

##### **7.3.4.1. Düşük NO<sub>x</sub> (Low NO<sub>x</sub>) Emisyonlu Rotatif ve Monoblok Brülörler**

Low NO<sub>x</sub> brülörler monoblok veya rotatif yapıda olabilmekte, söz konusu brülörlerde yüksek alev ve ocak sıcaklığı nedeniyle yüksek oranda oluşan NO<sub>x</sub> emisyonları ocak ve alev sıcaklığının düşürülmesiyle azaltılmaktadır.

Düşük NO<sub>x</sub> emisyonlu rotatif ve monoblok brülörler genel olarak gaz veya motorin yakan sistemlerde kullanılmalı, söz konusu brülörlerde soğutma işlemi, O<sub>2</sub> ihtiva eden taze hava ile yapılamayacağından, duman gazının kontrollü bir şekilde geri çevirilerek bacagazı resirkülasyon sistemiyle veya brülör kafasında alınacak önlemlerle NO<sub>x</sub> seviyesi azaltılmalıdır.

Düşük NO<sub>x</sub> brülörlerde kullanılan motorların enerji verimlilik sınıfı en az IE3, koruma sınıfı IP55, izolasyon sınıfı F olmalıdır.

##### **7.3.4.2. Düşük NO<sub>x</sub> (Low NO<sub>x</sub>) Premix-İşınım Brülörleri**

İşınım-Premix brülörler ön karışım brülörlerdir. Tasarımları gereği, söz konusu brülörler yanma sonucu ortaya çıkan ısı enerjisini işınım (radyasyon) yolu ile ısı transfer yüzeylerine

iletmekte, sahip olduğu teknoloji nedeniyle yanma odası içerisine alev püskürtmemekte, ocak içerisinde bir alev oluşumu bulunmamaktadır. Alev sıcaklığı ve dolayısıyla NO<sub>x</sub> emisyonları düşük olmaktadır.

Işınım-premix brülörlerinin kullanılabilmesi için kazan ya da ısıtma cihazlarının yanma odası brülör çalışmasına uygun yapıda tasarlanmalıdır. Işınım-premix brülörleri oransal çalışabilmeli, minimum oransallık 1:4 olmalıdır. Premix-Işınım brülörlerinin yanma başlıkları üretici firmanın teknolojisine bağılı olarak farklı geometrik şekillerde ve farklı malzemelerden olabilmektedir.

Düşük NO<sub>x</sub> ışınım-premix brülörlerde kullanılan motorların enerji verimlilik sınıfı en az IE3, koruma sınıfı IP55, izolasyon sınıfı F olmalıdır.

#### **7.4. Alev Bekleri**

Alev bekleri, sıvı ve gaz yakıtlar ile çalışmakta, çift yakıtlı olabilmektedir. Alev bekleri genelde yüksek sıcaklığa dayanıklı fırınlarda kullanıldıklarından, brülörler kapsamında tanımlanmamakta, teknik olarak kullanıldıkları fırınlarla birlikte değerlendirilmektedirler.

Alev bekleri, genellikle endüstriyel amaçlı olarak metal, cam ergitme, kaplama, şekillendirme, tav fırınlarında kullanılmalı, yapıları itibarıyla yüksek fırın sıcaklıklarına ve alev geri dönüşlerine dayanıklı olmalıdır.

#### **7.5. Yakma Yönetim Sistemleri (Mikro İşlemcili Brülör Kontrol Sistemleri)**

Mikro İşlemcili Yakma Yönetim Sistemleri (YYS), brülörlerin yakıt/hava ayarının mikroişlemci denetiminde, tam elektronik 0,1° hassasiyetle yapılmasını temin ederek, tam yanma ve dolayısıyla verim artışı nedeniyle yakıt ekonomisi sağlayan cihazlardır. YYS sistemlerinde mekanik kam ayar sistemindeki gibi boşluklar bulunmamakta, frekans konvertör cihazı ile vantilatör kontrolü sağlanarak, hava ayarı en hassas şekilde yapılabilmekte, kazanlarda yüke bağılı sıralı çalışma gerçekleştirilebilmekte, çift yakıtlı brülör taleplerinde bir yakıttan diğerine kolayca geçiş sağlanabilmektedir.

Tesiste yer alan her bir brülör için ayrı YYS kontrol paneli kullanılmalıdır. YYS sistemlerinde, istenilen sıcaklık/basınç gibi işletme değerleri için PID (Proportional Integral Differential Control) kontrollü modülasyon yapılabilmesi, sistem değişkenleri kendi ekranı üzerinden sürekli izlenebilmeli ve ayarlanabilmelidir. Söz konusu ekran üzerinde işletme ve program bilgilerinin aktarımı sağlanabilmelidir. YYS sistemleri, sözü edilen özelliklere ek olarak brülör beyni gibi çalışabilmeli, gaz ventilleri sızdırmazlık kontrolü, alev izleme sistemi, yanma optimizasyonu ve yanma verimliliği hesabı yanında, operasyon durum bilgi kaydı, uzaktan kumanda, el/otomatik durum ile kapasite ve yakıt seçimi yapabilmeli, arıza durumu bildirebilmelidir.

YYS sistemlerinde, yakıt miktarı kontrol klapesi/vanası, hava miktarı kontrol klapesi, yakıt ve hava miktarı ayar servo-motorları, basınç/sıcaklık transmitterleri, UV alev sensörü, vantilatör motorunun hassas kontrolü için frekans konvertörü bulunmalıdır.



## 7.6. Trim Yapma Nitelikli Elektronik Baca Gazı Analiz ve Kontrol Cihazları

Brülörlerde trim sistemleri,  $O_2+CO$  ya da  $O_2+CO+CO_2$  olmak üzere baca gazı emisyon değerleri ile baca gazı sıcaklığının sürekli ölçümünü sağlayarak, YYS sisteminin hava ayarına sürekli ve hassas müdahale ederek, yakıt karakterinde ve atmosferik şartlarda olabilecek değişikliklerin, önceden ayarlanmış emisyon değerlerini etkilemesini önleyen ve yanma verimini sürekli optimize eden sistemlerdir.

Brülörlerde trim sistemleri, Binaların Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliğine göre 3000 kW'nin üzerindeki brülörlerde zorunlu tutulmakla birlikte, tasarımına bağlı olarak istenildiği takdirde, daha küçük kapasiteli brülörlerde de kullanılabilir.

Trim sistemlerinde emisyonların ölçülüp değerlendirilmesi için baca gazından numune alma işlemi, Elektronik Gaz Analiz Cihazıyla indirekt kuru ölçme yöntemi ile ya da  $ZrO_2$  - Prob Sonda yardımıyla direkt olarak bacada yaş ölçme metoduyla yapılmaktadır. Kuru ölçme yapan cihazlarda, numune atık gaz bacadan emilmekte, şartlandırma ünitelerinde filtreden geçirilerek nemi alınıp kurutulmakta, soğutulmak suretiyle okunan  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  gibi emisyon değerleri, ilgili hücrelere gönderilerek trim sistemi tarafından değerlendirilmektedir. Kuru ölçüm yönteminde trim sistemi ile ilgisi olmamakla birlikte, opsiyonel olarak  $NO_x$  ve  $SO_2$  emisyon değerleri de ilgili hücreler eklenmek suretiyle ölçülebilmektedir. Yaş ölçme yapan cihazlarda,  $ZrO_2$  probu tarafından okunan  $O_2$  ve  $CO$  emisyon değerleri sinyal verisi olarak ölçüm cihazına gönderilmekte ve trim sistemi tarafından değerlendirilmektedir. Söz konusu ölçü sisteminde daha hızlı okuma gerçekleştirilmekte, sensorlerde raf ömrü bulunmamaktadır.

Her iki metodla ölçme yapan cihazlarda, baca gazı sıcaklığı ölçümü için uygun termokupl ve harici birimlere ölçüm değerlerini ileten uygun terminaller bulunmalıdır. Yüksek kükürt ihtiva eden yakıtların kullanıldığı sistemlerde, ölçme hücrelerinin çabuk kirlenmesi nedeniyle daha sık değiştirilmeleri gerektiğinden, söz konusu yüksek kükürtlü yakıtların kullanıldığı sistemlerde  $ZrO_2$  prob kullanılmalıdır.

### 7.6.1. Bilgi Aktarım Üniteleri

Bilgi Aktarım Üniteleri, yakma yönetim sistemleri ile bina otomasyon sistemleri ya da merkezi sistem kontrol bilgisayarları, PLC (Program Logic Controller)'ler arasında bilgi aktaran ünitelerdir. Söz konusu bilgi aktarım üniteleri, özellikle birden çok kazanın yer aldığı ısı merkezlerinde yakma yönetim ve baca gazı trim sistemlerinin merkezi otomasyon sisteminden izlenmesinin gerektiği durumlarda kontrol ve izlemeyi kolaylaştırmak için kullanılmaktadır.

Bilgi aktarım üniteleri, sistemde yer alan tüm ünitelerden gerekli bilgileri toplayarak saklayabilmeli ve gerektiğinde üzerlerindeki haberleşme kanallarından diğer harici birimlere (merkezi PC-PLC) aktarabilmelidir. Bilgi aktarım üniteleri, MODBUS, PROFİBUS, METASYS gibi standartlarda kabul edilen haberleşme protokollerini destekleyebilmelidir.