

Endüstriyel Buhar Kazanı, Sıcak Su Kazanı, Brülör ve Buhar Hatları Bakım Prosedürü

İÇİNDEKİLER

Buhar kazanı bakım prosedürü	2
Sıcak su kazanı bakım prosedürü	9
Brülör bakım prosedürü	15
Buhar hattı ve ekipmanları bakım prosedürü	21
Kaynaklar	28

Amaç ve Kapsam: Bu prosedür, endüstriyel buhar kazanları, sıcak su (kalorifer) kazanları, brülörler ve buhar hatlarının güvenli ve verimli işletimi için gerekli bakım adımlarını tanımlar. TS EN standartları, üretici talimatları ve sektörel en iyi uygulamalarla uyumlu olacak şekilde hazırlanmıştır. Prosedür; saha teknisyeni, bakım mühendisi ve işletme bakım sorumlularının günlük, haftalık, aylık ve yıllık periyotlarda uygulayacağı bakım görevlerini ve kontrol listelerini içerir. Teknik netlik, anlaşılabilirlik ve sahada uygulanabilirlik ön planda tutulmuştur.

Genel Güvenlik ve Uygunluk: Bakım çalışmalarına başlamadan önce ilgili ekipman güvenli hale getirilmelidir. Örneğin, kazan içinde çalışılacaksa kazan basıncı tamamen düşürülmeli, tüm vanalar kapatılarak kilitleme/etiketleme (LOTO) yapılmalı ve kazan soğuması için yeterli süre tanınmalıdır. Bakım işlemleri, yasal gerekliliklere uygun olarak periyodik şekilde planlanmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Özellikle basınçlı ekipmanlar, *İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği* uyarınca en az yılda bir kez yetkili kişilerce kontrol edilmelidir. Bu periyodik kontroller TS 2025 standardı ve ilgili TS EN 13445-5, TS EN 12952-6 gibi standartların kriterlerine uygun şekilde yapılır.

Bakım Periyotlarının Planlanması: Ekipmanlar için günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım programları oluşturulmalı ve her periyotta belirlenen kontrol adımları tutarlı şekilde uygulanmalıdır[1]. Bakım planı hazırlanırken üretici bakım kılavuzları ve ilgili standartların tavsiye ettiği aralıklar dikkate alınmalıdır. Aşağıda, buhar kazanı, sıcak su kazanı, brülör ve buhar hatları için sistemlere özel bakım adımları, ilgili periyotlara göre sınıflandırılarak sunulmuştur. Her bölümde kontrol listeleri, gerekli malzemeler, önerilen sarf malzemeleri ve test ekipmanları belirtilmiştir.

Buhar Kazanı Bakım Prosedürü

Endüstriyel buhar kazanlarının bakımı, işletme güvenliği ve verimliliği açısından kritik öneme sahiptir. Periyodik bakım sayesinde kazan ömrü uzar, arıza ve duruş riski azalır[2][3]. Aşağıda, buhar kazanı için günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım görevleri listelenmiştir. Bu görevler, saha teknisyenleri ve bakım ekiplerince düzenli kontrol listeleri kullanılarak uygulanmalıdır.

Günlük Bakım ve Kontroller

Günlük bakım, kazan operatörleri veya saha teknisyenleri tarafından her vardiya veya mesai günü yapılacak rutin kontrolleri içerir. Amaç, kazanın emniyetli çalıştığını doğrulamak ve anormallikleri erken tespit etmektir. Günlük kontroller sonuçları bir işletme günlük defterine kaydedilmelidir.

Günlük Kontrol Listesi:

- **Su Seviyesi Kontrolü:** Kazan su seviyesi göstergesi (seviye camı) üzerinden su seviyesinin güvenli sınırlar içinde olduğundan emin olun. Otomatik seviye sensörleri olsa bile, gözle kontrol ihmal edilmemelidir. Su seviyesi çok düşükse kazanda aşırı ısınma riski vardır; çok yüksekse taşma ve darbeye yol açabilir.
- **Basınç ve Sıcaklık Değerleri:** Kazan çalışma basıncı ve su sıcaklığı, nominal işletme değerlerinde tutulmalıdır. Günlük olarak manometre ve termometreleri okuyup değerlerin normal olduğunu doğrulayın. Anormal bir basınç yükselmesi veya düşüşü, sistemde bir arızanın habercisi olabilir. Basınç göstergesinin doğru çalıştığından emin olun (gerekliyse, düzenli kalibrasyon planlayın).
- **Brülör Alev Kontrolü:** Yanmanın düzgün olduğundan emin olmak için brülörün alevini gözlemleyin. Alevin rengi ve şekli, yanma kalitesi hakkında bilgi verir. **Mavi alev** tam yanmaya işaret eder; **sarı veya turuncu alev** ise eksik yanma veya brülörde kirlenme olabileceğini gösterir. Alev kararsız ise brülör hava-yakıt ayarlarında sorun olabilir.
- **Sızdırmazlık ve Kaçak Kontrolü:** Kazan dairesinde dolaşarak kazan gövdesi, borular, flanşlar, vanalar ve bağlantı noktalarında buhar, su veya yakıt kaçağı emaresi olup olmadığına bakın. Conta yüzeylerinde nem, su birikintisi veya buhar sızıntısı gözlenmesi halinde ilgili ekipman derhal onarıma alınmalıdır. Küçük sızıntılar bile zamanla ciddi sorunlara yol açabileceğinden ihmal edilmemelidir.
- **Dip Blöf İşlemi:** Kazan suyu içinde biriken çamur ve tortuları atmak için kazan günlük olarak *dip blöfü* yapılmalıdır. Emniyetli bir şekilde, kazan basıncını uygun seviyeye düşürdükten sonra dip blöf vanasını kısa süre açık tutarak tortulu suyu kazandan boşaltın. Genel uygulama, tercihen her vardiyada veya günde en az bir kez dip blöf yapmaktır[4]. Bu işlem, kazan içinde kireç ve tortu birikimini önler. (Not: Blöf işlemi sırasında ilgili güvenlik tedbirlerini alın; blöf suyu yüksek sıcaklıkta ve basınçta olacağından, blöf tankı ve drenaj hattının düzgün çalıştığını doğrulayın.)

- **Gözlem ve Kayıt:** Yanma sesi, pompa sesi gibi işletme seslerini dinleyerek anormallik var mı kontrol edin. Brülör kontrol panosunda arıza ikaz lambası veya hata kodu bulunmadığını teyit edin. Tüm günlük kontrol sonuçlarını ve ölçülen kritik değerleri (basınç, sıcaklık, su seviyesi, vb.) kayıt formuna veya dijital sisteme işleyin. Herhangi bir anormal durum veya arıza belirtisi görüldüyse bakım mühendisine rapor edin.

Haftalık Bakım

Haftalık bakım, günlük kontrollerde tespit edilemeyebilecek incelikte konulara odaklanır. Bu periyotta bakım mühendisleri veya teknisyenler, kazanın verimliliğini ve emniyetini artırmaya yönelik ek kontroller yapmalıdır. Haftalık kontroller, mümkünse planlı bir duruş sırasında gerçekleştirilmelidir.

Haftalık Kontrol Listesi:

- **Brülör ve Yanma Kontrolleri:** Brülörün yakıt ve hava sistemini haftalık olarak gözden geçirin. Brülör hava filtresi varsa temizleyin veya değiştirin. Yakıt besleme hattında (doğalgaz ise hat filtresi, fuel-oil ise yakıt filtresi) biriken pislikleri temizleyin. Alev dedektörü (fotokal veya ionizasyon çubuğu) yüzeyini silerek temizleyin; brülörün başlatma ve durma sırasında düzgün çalıştığını, ateşlemenin sorunsuz gerçekleştiğini gözlemleyin.
- **Emniyet Ekipmanlarının Testi:** Kazanın emniyet sistemlerini haftada bir test edin. Özellikle *düşük su seviyesi emniyet şalteri (LWCO)* haftalık olarak çalıştırılarak brülörü durdurduğu doğrulanmalıdır. Bunun için kontrollü şekilde kazan su seviyesini düşürerek veya test butonunu kullanarak alarmla brülörün devre dışı kaldığını görün. Ayrıca, kazan üzerindeki *emniyet ventilinin* elle kumanda kolu varsa, çok kısa süreyle kaldırarak ventilin sıkışık olmadığını ve buharı tahliye edebildiğini test edin (bu işlem dikkatle ve koruyucu ekipmanla yapılmalıdır). Tüm güvenlik cihazlarının (basınç şalterleri, aşırı ısı termostatları, vb.) düzgün çalıştığını teyit edin.
- **Besi Suyu ve Su Şartlandırma:** Kazana beslenen suyun kalitesi haftalık olarak kontrol edilmelidir. Su yumuşatma ünitesi bulunan sistemlerde tuz seviyesini ve rejenerasyon döngüsünü kontrol edin. Besi suyu numunesi alarak sertlik test kiti ile su sertliğini ölçün; 5 Fransız sertliğinin altında (yumuşak su) olduğundan emin olun. Gerekirse yumuşatma cihazını rejenerasyona alın veya kimyasal dozajları ayarlayın. pH ve iletkenlik değerlerini de test ederek suyun istenen aralıkta olduğunu (örn. pH ~9-11) doğrulayın. Su şartlandırma kimyasalları (oksijen giderici, fosfat, anti-foam vb.) kullanılıyorsa, dozaj ekipmanlarını kontrol edip kimyasal seviyelerini haftalık yenileyin.
- **Genel Ekipman Kontrolleri:** Kazan besli suyu pompaları ve kondens pompaları (varsa) haftalık gözden geçirilmelidir. Pompa sesinde anormallik, titreşim veya aşırı ısınma kontrol edilir. Gerekli ise pompa yataklarına yağlama yapılır. Ayrıca, kazan otomasyon sisteminde (varsa uzaktan izleme) biriken arıza kayıtları incelenerek tekrarlayan uyarılar araştırılır.

- **Kazan Dışı Temizlik:** Kazan dairesinin temiz ve düzenli olduğundan emin olun. Kazanın dış yüzeyinde biriken toz ve kirleri haftalık silerek temizleyin. Özellikle yanıcı malzemelerin kazan dairesinde birikmesine izin vermeyin. Temiz bir ortam, oluşabilecek kaçakları veya problemleri daha erken fark etmeye yardımcı olur.

Aylık Bakım

Aylık bakım çalışmaları, haftalık kontrollerden daha kapsamlı incelemeleri ve gerekli ayarlamaları içerir. Bu seviyedeki bakım, bakım mühendisleri tarafından planlanmalı ve mümkünse kazan durdurularak yapılmalıdır. Aylık bakım kapsamında verimlilik analizi, ayrıntılı temizlik ve kalibrasyon gibi çalışmalar yer alır.

Aylık Kontrol Listesi:

- **Brülör Detaylı Bakımı ve Temizliği:** Brülörü aylık olarak detaylı bakım için durdurun. Brülör kapağını açarak iç kısımdaki kurum ve pislikleri temizleyin. Özellikle **brülör fanı ve hava kanalları** tozdan arındırılmalıdır[5]. Brülörün yanma başlığı, türbülatorü ve varsa gaz dağıtım boruları sökülerek kurum ve tortular temizlenmelidir[5]. Ateşleme elektrotlarını çıkarıp tel fırça ile temizleyin; elektrotların aralığını ve yalıtımlarını kontrol ettikten sonra yerine takın. Alev sensörünü (fotodetektör) temizleyip düzgün sinyal verdiğini test edin[5]. Gerekirse brülör yakıt nozulu (mazot brülörlerinde) çıkarılıp solvent ile temizlenir veya yenisiyle değiştirilir. Tüm bu işlemler sonrasında brülörü çalıştırarak alev kalitesini ve ateşleme güvenilirliğini doğrulayın.
- **Baca Gazı Analizi ve Yanma Ayarı:** Aylık periyotlarda kazan çalışırken **baca gazı analizi** yapılması önerilir. Yetkili bakım personeli, baca gazı analiz cihazını kazan bacasına bağlayarak ölçümler almalıdır. O₂, CO, CO₂ seviyeleri ile baca gazı sıcaklığı ölçülür ve yanma verimliliği hesaplanır[6]. Yüksek CO miktarı eksik yanmaya işaret eder; bu durumda brülörün hava-yakıt oranı yeniden ayarlanmalıdır. Analiz sonuçlarına göre brülör üzerindeki hava damper ayarı veya gaz valfi regülasyonu düzenlenerek yanma optimize edilir. Bu işlem yakıt tasarrufu sağladığı gibi emisyonları da kontrol altında tutar. (Not: Brülör kapasitesinin farklı kademelerinde ölçüm yapılarak tam ve yarı yük durumlarındaki yanma değerleri kontrol edilmelidir.)
- **Otomatik Kontrol ve Emniyet Elemanları:** Kazanın otomasyon ve emniyet elemanlarının aylık fonksiyon testleri yapılmalıdır. Örneğin, basınç kontrol presostatı veya sıcaklık kontrol termostadı kalibre edilerek doğru değerlerde devreye girip girmediği kontrol edilir. Emniyet ventili, yetkili servis veya bakım mühendisince yakından incelenmeli, gerekiyorsa kalibrasyon için sökölüp test edilmelidir (bkz. yıllık bakım). Ayrıca, elektrik kumanda panelindeki tüm sinyal lambaları, gösterge cihazları ve alarm sistemleri kontrol edilip arızalı bileşenler yenilenir.
- **Su ve Buhar Hatlarının Kontrolü:** Kazan bağlantılı **buhar hattı ve kondens dönüş hattı** aylık olarak incelenmelidir. Buhar çıkış vanası, ana hat vanaları ve tüm flanş bağlantıları sızıntı açısından gözden geçirilir; gevşeyen bağlantılar sıkılır, conta sızdırıyorsa uygun zamanda conta değişimi planlanır[7]. Hat üzerindeki

kondenstopların (buhar kapanları) çalışıp çalışmadığı gözlemlenir; anormal ısınma veya sürekli buhar üflemesi gözlenen kapanlar temizleme veya değiştirme için not edilir. Kondens hattındaki filtreler temizlenir. Ayrıca, besı suyu hatlarında çek valflerin doğru çalıştığı (geri kaçak yapmadığı) kontrol edilir.

- **Kazan Suyu ve İç Temizlik:** Kazan suyundan aylık örnek alarak kimyasal analiz yapın (iletkenlik, pH, sertlik, klorür vs.). Sonuçlar izin verilen sınırları aşıyorsa daha kapsamlı su şartlandırma tedbirleri alın. Kazan içerisinde çamurlaşmaya neden olabilecek tortular birikmişse, planlı bir duruşta manşon kapakları açılarak iç temizlik yapılması gerekebilir. Gözle muayenede su yüzeyinde yağlanma görülürse (kazan suyunda yağ veya organik madde birikimi), bunun kaynağı araştırılıp engellenmelidir.
- **Performans Verilerinin Analizi:** Aylık bakım kapsamında kazanın çalışma verileri derlenip analiz edilmelidir. Yakıt tüketimi, üretilen buhar miktarı, besı suyu tüketimi, baca gazı sıcaklığı ve kimyasal tüketimi gibi kayıtlar, önceki aylarla karşılaştırılarak performans trendleri izlenir. Verilerde anormal bir sapma (örneğin verimde düşüş veya yakıt tüketiminde artış) varsa, kök neden analizi yapılarak gerekli bakım veya iyileştirme aksiyonları planlanır.

Yıllık Bakım ve Kapsamlı Kontrol

Yıllık bakım, buhar kazanı için en geniş kapsamlı ve kritik bakım periyodudur. Genellikle kazan en az yılda bir kez kapsamlı bakıma alınmalı ve bu esnada tesis üretim planı buna göre düzenlenmelidir[8]. Yıllık bakım sırasında kazan tamamen durdurulur, soğutulur ve içerisinde birikmiş tortu/kireç temizlenir, tüm kritik ekipmanlar detaylı olarak muayene edilir. Bu bakım genellikle yetkili bakım mühendisleri veya kazan üreticisinin servisleri tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca, Türkiye’de yasal olarak buhar kazanlarının yılda en az bir kez uzman mühendis tarafından periyodik muayeneden geçirilmesi zorunludur.

Yıllık Bakım Kapsamı (Kontrol Listesi):

- **İç Yüzeylerin Temizliği:** Kazanın iç kısmı açılarak detaylı temizlik yapılır. Bu işlem öncesinde kazan tamamen basınçsız hale getirilmeli ve yeterince soğuduğundan emin olunmalıdır (kazan suyu sıcaklığı ~40°C altı). Manşon ve bakım kapakları söküldükten sonra kazanın su tarafında birikmiş *kireç, taş ve tortu tabakaları* mekanik yöntemlerle kazınarak temizlenir. Gerekirse üreticinin onayladığı kimyasal temizleyicilerle (asit bazlı kireç çözücüler gibi) kimyasal temizlik uygulanır ve ardından bol suyla durulanır. Temizlik sırasında kazan iç yüzeyleri korozyon, çatlak veya deformasyon belirtileri açısından dikkatlice incelenir.
- **Isıtma Yüzeylerinin ve Boruların Kontrolü:** Kazan içerisinde bulunan alev-duman boruları (skotç tipi kazanlarda) veya su boruları (su borulu kazanlarda) tek tek görsel kontrolden geçirilir. Borularda **aşınma, çatlak, kurum birikimi** olup olmadığı incelenir. Boruların her iki başındaki sac bağlantı noktalarında sızdırmazlık izleri aranır. Gerekirse birkaç boru demonte edilerek iç tarafları endoskop kamerayla kontrol edilir. Aşırı kireçlenmiş veya hasarlı borular tespit edilip yenileriyle

değiştirilmelidir. Boru değişimi veya kaynak işlemleri sonrasında mutlaka basınç testleri uygulanmalıdır.

- **Basınçlı Parçaların Muayenesi:** Kazanın silindirik gövdesi, aynaları ve tüm basınç tutan yüzeylerinde detaylı muayene yapılır. Özellikle **kaynak dikişleri** etrafında çatlak kontrolü yapılmalıdır. Gözle muayene yanı sıra şüpheli bölgelerde penetrant testi veya ultrasonik kalınlık ölçümü gibi tahribatsız muayene yöntemleri uygulanabilir. Tespit edilen çatlaklar yetkili kaynakçılar tarafından standartlara uygun yöntemle tamir edilmelidir. Bu onarımlardan sonra gerekli görülen parçalara hidrostatik test yapılarak sızdırmazlık ve mukavemet doğrulanır.
- **Emniyet Ventili ve Emniyet Donanımları:** Kazan emniyet ventili, yıllık bakımda sökülerek yetkili bir atölyede kalibrasyon ve sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır. Güvenlik ventillerinin en az yılda bir kez kontrol edilmesi, kod ve standartların gereğidir[9]. Test sonucu ayar basıncı dışında açılma, geç kapatma veya sızdırma gibi problemler gözlenirse ventil tamir edilmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir. (Not: Yıllık bakım öncesi işletme, mümkünse bir yedek emniyet ventili bulundurmali; bakım sırasında arıza çıkan ventil hemen yenisiyle değiştirilebilsin diye önerilir[9].) Ayrıca düşük su seviye kontrolörleri, basınç şalterleri, emniyet termostatları gibi tüm emniyet ekipmanları da kalibre edilir veya test edilir.
- **Vana ve Armatür Bakımı:** Kazan üzerindeki tüm vanalar (ana buhar çıkış vanası, blöf vanaları, besı suyu vanaları vb.) yıllık bakımdan önce ve sonra gözden geçirilmelidir. Bakım esnasında uygun olanlarda demontaj yapılarak iç kontrolleri gerçekleştirilir. Aşınmış veya sızdıran vana contaları/salmastraları yenilenir. Besi suyu hattındaki çek valfler çıkarılıp içleri temizlenir, yayın durumu kontrol edilir. Gerekirse bu parçalar da yenilenir. Buhar ve kondens hatlarındaki **kondenstoplar** yılda en az bir kez genel bakıma alınmalı, birikmiş kirler temizlenmeli ve düzgün çalıştıkları doğrulanmalıdır (ayrıntılı bakım için buhar hattı bölümüne bakınız).
- **Yakıcı Sistemlerin Bakımı:** Brülör ve yakıt sisteminin kapsamlı bakımı yıllık planda yer almalıdır (ayrıntılı bilgi brülör bakım prosedürü bölümünde verilmiştir). Yıllık bakımda brülör yanma ayarları yeniden yapılır, gerekirse brülör üreticisi servisinden destek alınır. Brülör gövdesi ve yakıt kontrol elemanlarında (gaz valfleri, yağ pompası, emniyet ventilleri) gerekiyorsa contalar ve filtreler yenilenir. Brülör **servomotoru, hava damperi mekanizması** gibi hareketli parçalar temizlenir ve yatakları uygun gres ile yağlanır[10]. Tüm elektrik bağlantıları sıkılır, kablo ve soketlerde ısıdan kaynaklı yıpranma olup olmadığı kontrol edilir.
- **Isı Transfer Yüzeylerinin Temizliği (Duman Tarafı):** Yıllık bakımın bir parçası olarak, kazan duman tarafı (tüp yüzeyleri ve ekonomizer gibi aksamalar) is ve kurumdan arındırılmalıdır. Brülör söküldükten sonra alev duman borularının içine uygun fırçalar sokularak kurum kalıntıları temizlenir. Ekonomizer veya ikinci ısı geri kazanım yüzeyi varsa, buradaki ısı eşanjör yüzeyleri de temizlenir. Bu işlem, kazan verimliliğinin yüksek kalması için şarttır; zira is birikimi ısı transferini önemli ölçüde azaltır. Temizlik sonrası baca gazı sıcaklığında düşüş gözlenerek verim artışı teyit edilebilir.

- **İzolasyon ve Dış Yüzey Kontrolü:** Kazan dış yüzeyindeki ısı izolasyon malzemesini ve kazan dairesi izolasyon durumunu kontrol edin. İzolasyon malzemelerinde (camyünü, kaya yünü veya seramik yünü kaplamalar) ıslanma, ezilme veya çıkma varsa yenilenmelidir. İyi durumda bir izolasyon, ısı kayıplarını önler ve enerji verimliliğini artırır. Ayrıca kazan dış yüzeyi boya kaplaması incelenir; pas başlangıcı olan yüzeyler zımparalanıp antikorozyon boya ile boyanır.
- **Mekanik Parçaların Bakımı:** Tüm yardımcı ekipmanların genel bakımı yapılır. Besi suyu pompaları sökülerek kontrol edilir, salmastra ve yatakları incelenir, gerekli ise onarılır veya değiştirilir. Kondens toplama tankı temizlenir ve korozyona karşı iç kaplaması kontrol edilir. Otomatik kontrol vanaları (besi suyu oransal vanası gibi) kalibre edilir, aktüatörleri test edilir. Elektrik motorları ve fanlar yağlanır (üretici talimatına göre). Yıllık bakım sırasında ortaya çıkan bakım/onarım ihtiyaçlarının bir listesi hazırlanır ve mümkünse bakım sürecinde giderilir.
- **Parça Değişimleri (Sarf Malzemeler):** Yıllık duruşta, ekonomik değeri düşük ancak arıza riski oluşturan bazı sarf parçalarının proaktif değişimi yapılmalıdır. Örneğin; kazan **menhol ve el delik contaları** her açılıp kapamada özelliğini yitirebildiği için mutlaka yeni contalarla değiştirilmelidir. Su seviye göstergesi camı ve contaları da yılda en az bir kez yenisiyle değiştirilmelidir, çünkü kireçlenmiş veya eskimiş gösterge camları hatalı seviye okumasına ve riskli durumlara neden olabilir. Brülör yakıt filtre elemanları, nozul ve ateşleme elektrotları da mümkünse her yıl yenilenmelidir (yedek parça listesine bakınız).
- **Test ve Devreye Alma:** Yıllık bakım tamamlandıktan sonra kazanın tekrar devreye alınmasından önce tüm güvenlik testleri yeniden yapılır. Kazan su ile doldurulup işletme basıncına kademeli olarak yükseltilirken herhangi bir sızıntı olup olmadığı izlenir. Brülör yakılarak alevin stabilitesi ve emniyet sistemlerinin (alev sensörü, vb.) doğru çalıştığı gözlemlenir. Emniyet ventili ayar basıncına ulaşılarak mümkünse açma testi yapılır (yetkili gözetiminde). Tüm kontrol ve güvenlik cihazlarının normal işletme koşullarında düzgün çalıştığı onaylandıktan sonra kazan işletmeye alınır. Son olarak, yıllık bakım raporu ve periyodik kontrol muayene raporu hazırlanarak dosyalanır; varsa resmi denetimler için kayıtlar güncellenir.

Önerilen Sarf Malzemeleri ve Test Ekipmanları (Buhar Kazanı)

Bakım işlemlerinde kullanılacak önerilen sarf malzeme ve ekipmanlar şunlardır:

- **Sarf Malzemeleri:**
- **Conta Takımları:** Kazan menhol kapak contaları ve el deliği (menhol) contaları (yıllık bakımda yenilemek için). Ayrıca vana salmastra takımları ve flanş contalarını yedek bulundurmak faydalıdır.
- **Seviye Göstergesi Camı:** Su seviye göstergesi için yedek cam tüpler ve bunların conta/contaları (her yıl en az bir kez değiştirmek üzere).
- **Emniyet Ventili Yedek Parçaları:** Emniyet ventilinin bakımında kullanılmak üzere yay takımı veya tamamen yedek bir emniyet ventili (yıllık testte sorun çıkması ihtimaline karşı)[9].

- *Su Şartlandırma Kimyasalları:* Oksijen giderici kimyasal, fosfat bileşikler, korozyon inhibitörü, antiskalant ve pH düzenleyiciler. Ayrıca **rejenerasyon tuzu** (tuzlu su tabletleri) stokları (yumuşatma sistemi için).
- *Filtre Elemanları:* Yakıt hatları (doğalgaz filtresi kartuşu, fuel-oil filtresi elemanı), besli suyu hattı filtreleri, kondens hatta varsa pislik tutucu (strainer) süzgeçleri.
- *Yağ ve Gres:* Pompa ve fan yatakları için uygun tipte gres yağı, motor rulman yağları. Ayrıca vana mil ve mekanizmaları için yüksek sıcaklık silikonlu gres.
- *Yedek Cıvata/Somun ve Sızdırmazlık Elemanları:* Bakım sırasında açılan kritik bağlantılar için uygun kalite ve boyutta cıvata, somun, rondela stokları; keten, teflon bant veya sızdırmazlık macunu gibi malzemeler.
- *Temizlik Malzemeleri:* Kazan iç yüzey kireçleri için kimyasal temizleyiciler (asitle yıkama için inhibitörlü kimyasallar), tel fırçalar, kazıma aletleri; duman boruları için boru fırçaları; bez, fırça, endüstriyel vakum (kurum temizliği için).
- **Test ve Ölçüm Ekipmanları:**
 - *Baca Gazı Analiz Cihazı:* O₂, CO, CO₂, NO_x ölçebilen kalibrasyonu yapılmış bir gaz analizörü (yanma verimi ve emisyon kontrolü için)[11].
 - *Dijital Manometre ve Test Pompası:* Kazan basınç göstergesini doğrulamak için hassas dijital manometre; ayrıca seviye kontrol presostatı gibi cihazların testinde kullanılacak el pompası.
 - *Sıcaklık Kalibratörü:* Kazan termometresini ve emniyet termostatlarını kontrol etmek için kızılötesi ölçer veya temaslı prob termometre (yüksek sıcaklık aralığında güvenilir bir cihaz).
 - *Su Kalite Test Kitleri:* Sertlik ölçüm kiti (EDTA damla testi vb.), pH ölçer, iletkenlik ölçer. Gerekirse profesyonel su analiz cihazları veya laboratuvar hizmeti.
 - *Ultrasonik Kalınlık Ölçüm Cihazı:* Kazan cidarı ve borularının et kalınlığını ölçmek için (özellikle uzun yıllar kullanılmış kazanlarda korozyon takibi amacıyla).
 - *Elektrik Test Cihazları:* Multimetre (gerilim, akım, direnç ölçümü için), izolasyon test cihazı (megger) elektrik motorları ve kabloların izolasyonunu ölçmek için.
 - *Kızılötesi Termal Kamera (opsiyonel):* Kazan yüzeyi, izolasyon ve boru hatlarındaki sıcaklık dağılımını gözlemek ve anormal sıcak noktaları tespit etmek için.
 - *Emniyet Ventili Test Aparatı (opsiyonel):* Emniyet ventilini ayrı olarak test edebilen portatif bir cihaz (saha şartlarında nadiren bulunur, genelde yetkili servis atölyesinde mevcuttur).
 - *Kişisel Güvenlik Ekipmanları:* Baret, yüz siperi, ısıya dayanıklı eldiven, koruyucu gözlük, kulaklık, emniyet kemeri (kapalı alana girilecekse kurtarma halatıyla) gibi ekipmanlar.

Yukarıdaki malzeme ve ekipmanlar, buhar kazanı bakımlarını güvenli ve etkili bir şekilde yapabilmek için önerilmektedir. Bakım sorumlusu, kritik yedek parçaların stokta bulunmasını sağlamalı ve test cihazlarının periyodik kalibrasyonunu yaptırmalıdır. Ayrıca,

her bakım sonrasında kullanılan/yapılan işlemlere dair formlar doldurularak arşivlenmelidir.

Sıcak Su Kazanı Bakım Prosedürü

Kalorifer kazanları, binaların veya endüstriyel proseslerin sıcak su ihtiyacını karşılayan, genellikle düşük/orta basınçta çalışan kazanlardır. Yakıt tipine göre (doğalgaz, fuel-oil, vs.) bir brülör ile donatılmıştır ve kapalı devre sıcak su sirkülasyonu yaparlar. Sıcak su kazanlarının bakımı da buhar kazanları kadar önemlidir; güvenli kullanım, yüksek verim ve uzun ekipman ömrü için periyodik bakımlarının yapılması gerekir. Kalorifer kazanları da yılda en az bir kez uzman kontrolünden geçmeli ve TS EN standartlarına uygun şekilde muayene edilmelidir. Aşağıda sıcak su kazanları için günlük, haftalık, aylık, yıllık bakım adımları sunulmuştur.

Günlük Bakım ve Kontroller

Sıcak su kazanlarında günlük bakım, büyük ölçüde işletme parametrelerinin izlenmesi ve güvenlik kontrollerinin yapılmasını kapsar. Günlük görevler genellikle kazan operatörü veya görevli teknisyen tarafından gerçekleştirilir.

Günlük Kontrol Listesi (Kalorifer Kazanı):

- **Sistem Basıncı ve Sıcaklığı:** Kalorifer kazanının su devresi basıncını kontrol edin. Kapalı genleşme tanklı sistemlerde tipik işletme basıncı 1-2 bar civarındadır (sistemin büyüklüğüne ve yüksekliğine göre değişir). Kazan üzerinde bulunan manometreden basınç değerini okuyup normal aralıkta olduğunu doğrulayın. Aynı zamanda kazan termometresinden su çıkış sıcaklığını kontrol edin; ısıtma programına uygun seviyede olduğundan emin olun. Basınçta ani bir düşme varsa sistemde kaçak olabileceği, ani yükselme varsa genleşme tankı problemleri olabileceği unutulmamalıdır.
- **Alev ve Yanma Kontrolü:** Brülörün yanmakta olduğu durumlarda alev durumunu gözlemleyin. Alev rengi, boyu ve kararlılığı normal mi bakın (mavi-sarımsı alev normal kabul edilebilir; koyu turuncu veya isli alev, eksik yanma belirtisidir). Brülör sık aralıklarla dur-kalk yapıyorsa (short cycling) bu durum brülör ayarlarının veya kazan kapasitesinin kontrol edilmesini gerektirir. Her ateşleme döngüsünde brülörün sorunsuz ateşlediğini ve emniyet sistemlerinin (alev detektörü) devreye girdiğini günlük gözlemleyin.
- **Sirkülasyon Pompaları:** Isıtma sisteminin sirkülasyon pompalarının çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Pompa motoru sesinde anormallik (uğultu, sürtünme sesi) olup olmadığına kulak verin. Pompa üzerindeki manometre veya debimetrelerden akış varlığına dair işaret olup olmadığına bakın. Eğer sistemde birden fazla pompa varsa her birinin sırasıyla devreye girdiğini (otomatik yedeklemeli ise) test edin. Gözle görülür bir su kaçağı (pompa mili salmastrasından) olup olmadığına dikkat edin.

- **Genleşme Tankı Seviyesi/Basıncı:** Açık genleşme deposu kullanan sistemlerde, çatı veya üst kotta bulunan genleşme tankını her gün kontrol edin (yeterli su seviyesinde olmalı, taşma yapmamalı). Kapalı genleşme tanklı (diyaframlı genleşme tankı) sistemlerde ise, tankın alt vanasında veya emniyet ventilinde su kaçağı olmaması gerekir. Kapalı tankların hava/azot basıncı günlük değişmez; ancak kazanın soğuk durumunda basınç değerini takip edin (anormal düşüş yoksa problem yoktur). Emniyet ventili çıkış borusunda su damlaması günlük kontrol edilmelidir; sürekli su akıntısı, emniyet ventilinin kaçırdığını gösterir ve arıza olarak kaydedilmelidir.
- **Sızdırmazlık ve Kaçak Kontrolü:** Kazan dairesinde sıcak su devresi borularını, vanaları, pompa flanş bağlantılarını günlük gezerek kontrol edin. Herhangi bir noktada su sızıntısı, damlama, ıslaklık var mı gözden geçirin. Özellikle pompa çevresi, genleşme tankı bağlantısı, kalorifer kazanı giriş-çıkış flanşları kritik noktalar. Küçük bir su kaçağı bile hem verim kaybına hem de korozyona yol açacağı için tespit edildiği anda bildirilmeli ve giderilmelidir.
- **Yakıt ve Duman Gazı Kontrolü:** Eğer kazan yakıt olarak doğalgaz kullanıyorsa, kazan dairesinde **gaz kaçağı** olmadığını koku veya gaz detektörü ile kontrol edin. Gaz kokusu algıyorsanız hemen brülörü durdurun, vanaları kapatın ve havalandırma sağlayın. Fuel-oil yakıtlı kazanlarda günlük olarak yakıt seviyesini ve yakıt hattı sızdırmazlığını kontrol edin; beklenmedik yakıt azalmaları kaçak habercisi olabilir. Baca çıkışında siyah duman olup olmadığına bakın (siyah duman eksik yanma veya kirli brülör belirtisidir, bakım gerektirir).
- **Kontrol Paneli ve Otomasyon:** Kazan otomatik kontrol panelinde herhangi bir arıza uyarısı (arıza lambası, hata kodu) yanıp yanmadığını kontrol edin. Kazan su sıcaklığı kontrol termostatu veya otomasyon sistemi set değerinin doğru olduğunu, kontrol modunun (el/otomatik) uygun şekilde seçildiğini doğrulayın. Günlük işletme parametrelerini (basınç, sıcaklık, pompa durumu, yakıt tüketimi gibi) mümkünse kayıt altına alın.

Haftalık Bakım

Haftalık bakım kapsamında, günlük kontrollerin dışında kalan bazı ekipman ve fonksiyon testleri yapılır. Bu bakım genellikle bakım teknisyeni veya işletme bakım sorumlusu tarafından planlanarak uygulanır.

Haftalık Kontrol Listesi (Kalorifer Kazanı):

- **Brülör ve Yakıt Sistemi:** Doğalgazlı brülörlerde gaz hattı üzerinde bulunan gaz filtresi hafta bir kontrol edilmeli, gerekiyorsa filtre elemanı temizlenmelidir. Fuel-oil'li kazanlarda yakıt pompası ön filtresi haftalık temizlenir (biriktirdiği tortular atılır) ve pompa üzerindeki manometreden pompa basıncı kontrol edilir. Brülör ventil blokunda (gaz valf grubunda) gevşeklik, istenmeyen kısılma durumu olmadığını gözle muayene edin. Brülör hava fanı pervane kanatları haftalık gözlemlenmeli, toz birikmişse temizlenmelidir. Bu kontroller brülörün sürekli verimli çalışmasına yardımcı olur.

- **Emniyet Ventili ve Emniyet Donanımı:** Sıcak su kazanlarında genellikle 2,5 - 3 bar civarında açacak şekilde emniyet ventili bulunur. Haftalık olarak emniyet ventilinin çıkış hattı kontrol edilmeli, ventilin su kaçırmadığından emin olunmalıdır. Eğer ventil üzerinde test kolu varsa haftada bir kısa süre çekilip bırakılarak ventilin serbestçe açılıp kapandığı doğrulanabilir (dikkat: sıcak su çıkışına karşı önlem alınmalıdır). Ayrıca kazan aşırı sıcaklık emniyet termostatu haftalık test edilmelidir: Termostat ayarını mevcut sıcaklığın altına düşürerek brülörü durdurup durdurmadığını görün, ardından tekrar doğru ayara alın. Bu işlemler, emniyet donanımının güvenilirliğini teyit eder.
- **Genleşme Sistemi:** Kapalı genleşme tankının hava basıncı (ön şarj basıncı) haftalık olarak soğuk kazan durumunda kontrol edilmelidir (örneğin, su tarafı basıncı sıfırlanıp bir hava basınç ölçer ile). Eğer hava yastığı basıncı düşmüşse, diyaframda kaçak olabilir; bu durumda tank bakım veya değişimi planlanmalıdır. Açık genleşme depolu sistemlerde, deponun tahliye borusu uç noktasından su atıp atmadığı (taşma yapmadığı) kontrol edilir. Haftalık fazla su geliyorsa sistemde genleşme hacmi sorunları veya kontrol hataları olabilir.
- **Sirkülasyon Hatları ve Radyatörler:** Eğer kazan bir bina ısıtma sistemi parçası ise, haftalık olarak en uzak noktadaki radyatör veya ısı değiştirici çıkışında su sıcaklığının yeterli olup olmadığı kontrol edilir. Bu dolaylı olarak sistemin düzgün sirküle ettiğini gösterir. Hava yapan radyatörler varsa petek hava tahliyeleri (purjörler) haftada bir kontrol edilmeli ve biriken hava varsa alınmalıdır. Bu işlem, pompa devirdaimini iyileştirir ve korozyonu azaltır.

Aylık Bakım

Aylık bakım, sıcak su kazanı ve sisteminin daha detaylı incelenmesini, temizlenmesini ve gerekirse ayarların yapılmasını içerir. Bu bakımda kazan durdurulabilir ve ekipmanların bazıları demonte edilerek kontrol edilebilir.

Aylık Kontrol Listesi (Kalorifer Kazanı):

- **Brülör Detaylı Kontrol ve Ayar:** Brülörü durdurarak yakıcı üzerinde kapsamlı bir inceleme yapın. Brülör içerisini açarak **ateşleme elektrotları, alev sensörü, brülör kafası** gibi parçaları gözden geçirin, kirlenmişlerse temizleyin (bkz. brülör bakım prosedürü). Gerekirse gaz brülörlerinde hava ayar servomotorunun kalibrasyonunu kontrol edin; minimum ve maksimum pozisyon ayarlarının sapmadığından emin olun. Fuel-oil brülörlerinde yağ memesi (nozül) ve yakıt püskürtme diskini kontrol edin, tortu varsa temizleyin veya değiştirmeyi düşünün. Aylık olarak **baca gazı analizi** yaparak yanma değerlerini ölçün ve gerektiğinde hava/yakıt oranını düzelterek brülörün verimli yanmasını sağlayın[11].
- **Isı Eşanjörü Temizliği:** Kalorifer kazanının brülör alev borusu veya duman borulu ise bu borular ayda bir kontrol edilip is birikimi varsa temizlenmelidir. Fuel-oil kullanılıyorsa is birikimi daha fazla olacağından düzenli temizlik verim için şarttır. Temizlik için tel fırça veya uygun kazıyıcılar kullanın, ardından elektrik süpürgesiyle

(endüstriyel vakum) çıkan kurumları toplayın. Bu sayede kazan ısı transfer yüzeyleri temiz kalacak, yakıt tüketimi artmayacaktır.

- **Kontrol ve Emniyet Birimleri:** Kazan sıcaklık kontrolörleri (kazan termostadı, üç yollu vana kontrolü vb.) aylık olarak ayar noktaları doğrultusunda çalışıyor mu test edin. Özellikle kazan termostadı, ayarlanan sıcaklıkta brülörü durdurup tekrar başlatıyor mu gözlemleyin; sapma varsa termostat kalibrasyonu veya değişimi gerekebilir. Pompa kontrol otomasyonu (sıcaklık veya basınca göre) mevcutsa, devreye girme/çıkma değerlerini test edin. Emniyet termostadı ve limitörleri de benzer şekilde test edilmeli (örn. kazan suyu 90°C'ye ayarlı limit termostadı elle 90°C altına düşürerek sistemi durduruyor mu bakın).
- **Su Kalitesi ve Sistem Suyu Değişimi:** Kapalı devre ısıtma sistemlerinde su, yıllarca sistemde kalabilir. Aylık olarak sistem suyundan küçük bir numune alarak görünümünü inceleyin. Su aşırı kirli veya kahverengi ise sistemde korozyon ve çamur birikimi var demektir; o durumda yaz sezonunda sistemi tamamen boşaltıp temizleyip yeni su basmak planlanmalıdır. Sirkülasyon suyu kimyasalı (inhibitör, antifriz, pH ayarlayıcı vs.) kullanılıyorsa, aylık konsantrasyon ölçümleri yapın ve gerekiyorsa ilave kimyasal ekleyin. Özellikle oksijen giderici ve korozyon inhibitörü içeren kapalı devre kimyasallarının seviyesini takip edin.
- **Genleşme Tankı ve Emniyet Ventili Bakımı:** Aylık periyotta genleşme tankının ayrıntılı kontrolü yapılmalıdır. Kapalı genleşme tankının ön basıncını (diyafram sağlam ise) kazan soğukken ölçün, imalatçı tavsiyesine göre ayarlayın. Diyafram lastiğinde su kaçağı belirtisi varsa (hava vanasından su gelmesi gibi) tankı yenisiyle değiştirin. Emniyet ventilini kazanın soğuk ve basınçsız olduğu bir anda yerinden söküp girişinde tortu birikmiş mi kontrol edin. Gerekirse temizleyin veya her birkaç yılda bir yenisiyle değiştirin (küçük maliyetli bir parçadır, güvenlik için kritik rol oynar).

Yıllık Bakım ve Genel Kontrol

Sıcak su kazanları genellikle ısıtma sezonu dışında (yaz aylarında) yıllık bakıma alınır. Yıllık bakım, kazan ve bağlı sistemlerin uzun ömürlü olması ve güvenli çalışması için derinlemesine yapılan bakımdır. Bu bakım esnasında kazan ve ekipman uzun süre devre dışı bırakılabilir, bu yüzden planlama önemlidir.

Yıllık Bakım Kapsamı (Kalorifer Kazanı):

- **İç Temizlik ve Muayene:** Kalorifer kazanının brülörünü ve gerekli bağlantılarını sökerek kazan içini açın. Kazan su tarafında kireçlenme olup olmadığına bakın; gerekiyorsa kimyasal temizleme işlemi uygulayın (özellikle yüksek sertlikte su kullanılan sistemlerde birkaç yılda bir gerekebilir). Kazan iç yüzeylerini mekanik olarak temizleyip kontrol edin. Su tarafında korozyon, aşınma veya lokal erozyon var mı inceleyin. Gerekirse sertifikalı personelle kazan içinde lokal onarımlar yapın (örn. korozyonlu bölgelerin zımparalanıp uygun boya ile boyanması gibi).

- **Duman Boruları ve Eşanjör Kontrolü:** Yıllık bakımda kazan duman tarafı bileşenleri detaylı incelenir. Duman borulu kazanlarda tüm borular bir fener yardımıyla uçtan uca kontrol edilir; is birikimi temizlenir. Su borulu kazanlarda kolektörler açılarak boru demetleri incelenir. **Kaynak dikişleri** ve basınç tutan yüzeyler görsel muayeneden geçirilir (gözle görülür çatlak, sızıntı izi arayın). Tespit edilen bir problem varsa, basınçlı kap bakım kurallarına uygun olarak tamir ettirin ve test yapın.
- **Brülör ve Yakıt Sistemi Yıllık Bakımı:** Brülörü üretici talimatlarına göre yıllık bakıma tabi tutun (bkz. brülör bakım prosedürü). Nozullar, enjektörler, gaz valf diyaframları, filtreler gibi aşınan parçaları yenileyin. Brülörün yanma ayarını yıllık bakım sonunda mutlaka baca gazı analiziyle kontrol ederek en iyi verime getirin. Brülör elektriksel tüm güvenlik ekipmanları (alev kontrol rölesi, kontrol panosu) gözden geçirilir; gevşek bağlantılar sıkılır, yanmış kontaktör, röle vs. varsa değiştirilir.
- **Sirkülasyon Pompaları ve Yardımcı Ekipman:** Tüm ısıtma devresi sirkülasyon pompalarını yıllık bakıma alın. Mümkünse her pompayı sırayla devreden çıkarıp mekanik aksamını kontrol edin. Mekanik salmastraları kaçıran, rulmanları ses yapan pompaları onarın veya bakım kitleriyle yenileyin. Pompa rotoru ve çarkını kontrol edin, birikmiş tortu/çapak varsa temizleyin. Gerekirse pompa yataklarına uygun gres basın. Aynı şekilde genleşme tankı bağlantı hatları, vanalar, otomatik hava purjörleri, pislik tutucular gibi sistem bileşenlerini söküp temizleyin veya yenileyin. Kondens suyu yoksa dahi, sistemdeki suyu tamamen boşaltıp taze su ve kimyasalla yeniden doldurma işlemi de her birkaç yılda bir düşünülmelidir (sistem kimyasalının etkinliği azaldığında).
- **Emniyet Donanımları:** Emniyet ventilini yılda bir kez mutlaka değiştirin veya yetkili serviste kalibre ettirin (düşük maliyetine karşın hayati önem taşıyan bir parçadır). Aşırı sıcaklık limit termostatını test edin, hassasiyetini yitirmişse yenileyin. Kazan su seviye sensörü (eğer kapalı genleşmeli sistemde varsa seviye elektrodu) kontrol edilir. Tüm manometre ve termometrelerin doğruluğu kontrol edilip, bozuk olanlar kalibre edilir veya değiştirilir.
- **İzolasyon ve Boya:** Kazan ve boru hattı izolasyonlarını gözden geçirin. İzolasyonu zayıflamış veya hasar görmüş bölgeleri yenileyin (örneğin, genleşme tankı bağlantısında veya pompaların etrafında yalıtım yapılmamışsa, ek izolasyon yaparak ısı kayıplarını önleyin). Kazan dış yüzeyi paslanmışsa, uygun şekilde yüzey hazırlığı yapıp yeniden yüksek ısı dayanımlı boya ile boyayın. Bu hem korozyonu önler hem de kazan dairesinin düzenini iyileştirir.
- **Periyodik Muayene:** Yıllık bakım kapsamında, yasal periyodik kontrol de Makine Mühendisleri Odası yetkililerine veya akredite A tipi muayene kuruluşlarına yaptırılmalıdır. Kontrol mühendisleri TS 2025 standardı kriterlerine göre kazanı muayene edecek, emniyet ventilinin açma basıncını test edecek, kalınlık ölçümleri yapacak ve bir rapor sunacaktır. Bu raporda belirtilen eksiklik ve öneriler doğrultusunda bakım faaliyetlerinizi güncelleyin. Periyodik muayene raporunu ve kazan bakım defterini işletme arşivinde saklayın.

- **Dokümantasyon ve Eğitim:** Yıllık bakımdan sonra, tüm yapılan işlemleri bakım formuna detaylı şekilde kaydedin. Değiştirilen parçaları, yapılan ayarları ve test sonuçlarını not edin. İşletme bakım sorumlusu, bakım ekibinden gelen raporu değerlendirerek varsa tekrarlayan sorunlar için kalıcı önlemler planlamalıdır. Ayrıca kazan operatörlerine yıllık olarak tazeleme eğitimi verilmesi (doğru işletme prosedürleri, acil durumlarda yapılacaklar vb.) faydalı olacaktır.

Önerilen Sarf Malzemeleri ve Test Ekipmanları (Sıcak Su Kazanı)

- **Sarf Malzemeleri:**
 - *Conta ve Salmastralar:* Kalorifer kazanının kapak contaları, brülör flanş contası, pompa salmastra takımları, vana salmastraları yedeklenmelidir. Yıllık bakımda sızdırmazlık elemanları yenileriyle değiştirilmesi, su kaçaqlarının önüne geçer.
 - *Emniyet Ventili:* Yedek bir kalorifer kazanı emniyet ventili bulundurmak iyi bir uygulamadır. Arıza yapan veya testte uygunsuz bulunan ventil derhal yenisiyle değiştirilir.
 - *Genleşme Tankı Diyaframı:* Bazı kapalı genleşme tankları için yedek kauçuk diyafram bulundurulabilir (tank üreticisi değişime izin veriyorsa). Diyafram hasarında tankı tamamen değiştirmek gerekebileceği için, kritik tesislerde yedek tank da bulundurulabilir.
 - *Kimyasallar:* Isıtma suyu koruyucu kimyasalları (örneğin, korozyon inhibitörü, antifriz vs.) yedekte tutulmalıdır. Ayrıca kimyasal su arıtma yapılan açık sistemler varsa algicid, biyosit gibi kimyasallar.
 - *Yakıt Sistemi Parçaları:* Doğalgaz hatları için yedek gaz filtre elemanları, yakıt kaçak dedektörü spreyları; fuel-oil sistemler için yedek yağ filtresi kartuşları, brülör yakıt pompası keçeleri ve nozul.
 - *Elektrik Malzemeleri:* Brülör ateşleme trafosu, alev fotodetektörü, brülör kontrol rölesi gibi kritik elektrik/elektronik parçaların yedeği (özellikle 7/24 çalışan tesisler için) bulundurulabilir.
 - *Temizlik Ekipmanları:* Kazan taş temizliği için kimyasal asit inhibitörleri, nötralizasyon kimyasalları; kurum temizliği için fırça, kazıyıcı seti; sistem çamur çözme kimyasalları.
- **Test ve Ekipmanlar:**
 - *Manometre/Termometre Kalibrasyon Seti:* Kalorifer kazanı üzerindeki manometre ve termometrelerin doğruluğunu kontrol için el tipi kalibratörler (test manometresi, termometre kalibrasyon banyosu veya IR termometre).
 - *Sızıntı Dedektörleri:* Doğalgazlı kazan daireleri için taşınabilir gaz kaçak dedektörü (LPG/doğalgaz algılayan) veya sabun köpüğü solüsyonu. Sistemdeki su kaçaqlarını bulmak için nem/su detektörü veya termal kamera da yardımcı olabilir.
 - *Elektriksel Test Cihazları:* Brülör ve pompa motorları için pens ampermetre (çalışma akımını ölçmek üzere), multimetre, yalıtım test cihazı.

- **Baca Gazı Analiz Cihazı:** Sıcak su kazanı brülörünün yanma ayarını yapmak için (özellikle büyük kapasiteli kazanlarda) kullanılır, O₂, CO, CO₂ ölçen tipte.
- **Basınç Pompası:** Emniyet ventili veya genleşme tankı hava basıncı testi için uygun el pompası. Genleşme tankı ön basıncını ayarlamak için araba lastik şişirme pompası ve manometresi de kullanılabilir.
- **Dijital Termostat/PID Ayar Cihazı:** Kazan otomasyonunda kullanılan PID kontrol cihazlarının parametrelerini yedekleme ve kontrol amaçlı ara yüz cihazı (varsa).
- **Kişisel Koruyucu Ekipman:** Sıcak su ile çalışırken yanmaya karşı önlük, yüz siperi; elektrik panosuyla çalışırken izole eldiven, gözlük gibi ekipmanlar.

Yukarıdaki malzeme ve ekipmanlar, kalorifer kazanı bakımlarında pratiklik ve güvenlik sağlar. Özellikle kış sezonu öncesi yıllık bakım yapılırken bu malzemelerin hazır bulundurulması, bakım süresini kısaltacak ve beklenmedik aksaklıkları önleyecektir.

Brülör Bakım Prosedürü

Brülörler, kazanlarda yakıtın kontrollü bir şekilde yakılmasını sağlayan kritik bileşenlerdir. Doğalgaz, LPG, fuel-oil gibi yakıtlarla çalışan **endüstriyel brülörlerin** düzenli bakımı, güvenli ve verimli yanma için şarttır. İyi ayarlanmış ve temiz bir brülör, yakıt tasarrufu sağlarken emisyonları da düşürür. Brülör bakımı ihmal edilirse, yanma ayarları zamanla bozulur, verim düşer ve arıza olasılığı artar[12][13]. Sürekli (yıl boyu) çalışan brülörlerin **en geç 6 ayda bir** kapsamlı bakıma alınması tavsiye edilir[14]. Aşağıda brülörler için günlük, haftalık, aylık/yarıyıllık ve yıllık bakım adımları verilmiştir.

Not: Brülörler, hem mekanik hem de elektronik parçalardan oluşur. Bakımları sırasında yakıt beslemesi, elektrik bağlantıları ve otomasyon sistemleriyle ilgili işlemler yapılacağından, bu konuda eğitilmiş ve yetkili personelin bakım yapması gerekir. Ayrıca brülör bakımında üretici firma talimatları mutlaka dikkate alınmalıdır (özellikle özel ayar ve parça değişimleri için).

Günlük Kontrol ve Bakım

Brülörün günlük kontrolü, çoğunlukla kazan operatörü tarafından yapılan basit gözlem ve kontrol adımlarıdır. Amaç, brülörün normal çalıştığını ve anormal bir durum olmadığını doğrulamaktır.

Günlük Kontrol Listesi (Brülör):

- **Alevin Kontrolü:** Brülör çalışırken alev gözlem camından alevi kontrol edin. Alevin rengi ve şekli normal mi bakın (mavi veya yarı şeffaf sarımsı alev normaldir; turuncu ve isli alev problem işaretidir). Alevin kararlı yanıp yanmadığını (dalgalanma olmaması) izleyin. Eğer brülör sık sık devreye girip çıkıyorsa (çok kısa aralıklarla), bu durum kazan kapasitesine göre brülör modülasyon ayarının kontrolünü gerektirebilir.
- **Brülör Ses ve Titreşim:** Brülör fan motorunun sesi günlük dinlenmelidir. Normalden fazla gürültülü veya dengesiz bir ses varsa fan balansı veya rulmanlarında problem

olabilir. Brülör ateşleme esnasında patlama (yanma öncesi biriken gazın yanması) sesi duyulursa derhal brülörü durdurup sebebini araştırın (ateşleme elektrodu, gaz valfi kaçağı gibi konular olabilir). Brülör çalışırken aşırı titreşim yapıyorsa montaj civataları ve bağlantı flanşı gevşek olabilir, kontrol edin.

- **Yakıt Basınç Göstergeleri:** Brülör üzerindeki yakıt basınç göstergeleri (doğalgaz brülörlerinde gaz giriş basınç manometresi, fuel-oil brülörlerinde pompa basınç göstergesi) günlük kontrol edilmelidir. Gaz basıncı, brülörün tasarım değerleri içinde mi (örneğin 21 mbar civarı) bakın; eğer normalden düşükse tesisatta gaz kesintisi veya filtre tıkanıklığı olabilir, yüksekse regülatör arızası olabilir. Fuel-oil sistemlerde pompa basıncı ayar değeri (örneğin 8 bar) civarında mı kontrol edin. Basınçlarda belirgin değişim gözlenirse yakıt hattı ekipmanlarını kontrol edin.
- **Yakıt Kaçağı ve Koku:** Brülör ve yakıt hattı etrafında yakıt kaçağı belirtisi olup olmadığına günlük bakılmalıdır. Doğalgaz brülörlerinde gaz kokusu hissederseniz hemen sistemi durdurun ve havalandırın. Kaçak olup olmadığını sabun köpüğü ile ilgili bağlantılara sürerek test edin. Fuel-oil brülörlerinde brülör altındaki damlama tepsisine bakın; yakıt birikmişse kaçak vardır. Yakıt vanaları, filtre kapakları, memeler etrafında sızıntı olmadığını gözle kontrol edin.
- **Brülör Kumanda Paneli:** Brülörün kontrol panelinde (eğer ayrı bir paneli varsa veya kazan kontrol üzerinden) arıza ışığı/mesajı olup olmadığına bakın. Modern brülörlerde dijital ekran varsa, arıza kodu olmadığından emin olun. Start/stop sayaçlarını (varsa) kaydedin. Brülörün gün içinde kilitlenip kilitlenmediğini (lockout) kontrol edin; kilitlenmişse reset atmadan önce sebebini araştırın (örneğin alev algılamadıysa fotocell kirli olabilir).
- **Hava Girişlerinin Kontrolü:** Brülörün bulunduğu kazan dairesinin havalandırması uygun olmalıdır. Günlük olarak brülör yakıcı fanının hava emiş menfezlerini kontrol edin; toz, bez parçası vb. ile tıkanmamış olsun. Özellikle brülör yakınlarında hava giriş ızgaraları veya kanalları varsa açık ve temiz tutulmalıdır. Hava yetersizliği brülörün isli yanmasına sebep olur.

Haftalık Bakım

Haftalık bakımda, brülörün yakıt ve hava besleme bileşenleri ile emniyet fonksiyonları biraz daha detaylı kontrol edilir. Bu bakım, bakım teknisyeni tarafından yapılabilir.

Haftalık Kontrol Listesi (Brülör):

- **Filtre ve Nozul Kontrolü:** Doğalgaz hatlarında **gaz filtresi** haftada bir kontrol edilmelidir; filtre gövdesindeki pislik tutucu elemanı çıkarıp temizleyin, tekrar takın. Fuel-oil brülörlerinde yakıt pompası önündeki filtreyi haftalık söküp temizleyin; tortu ve parafin birikimleri giderin. Yakıt filtresi sık sık tıkanıyorsa yakıt deposunun temizliğini kontrol etmeyi planlayın. Ek olarak, fuel-oil brülör memesi (nozulu) dışarıdan gözlenebiliyorsa, yakıt sızıntısı yapmadığından emin olun (haftalık çok hafif bir kurumlanma normaldir, ancak damlama olmamalıdır).

- **Brülör Fanı Temizliği:** Brülörün yanma havasını sağlayan fanın pervaneleri haftada bir gözle muayene edilmeli ve toz birikmişse basınçlı hava ile temizlenmelidir. Fan üzerinde toz filtresi varsa, onu da çıkarıp temizleyin. Fan kanatlarına yapışan toz, hava akışını azaltarak yanmayı olumsuz etkileyebilir. Fan motorunun hava soğutma kanatçıkları (küçük fanı) da temiz olmalıdır.
- **Emniyet Fonksiyon Testleri:** Brülörün güvenlik ekipmanlarını haftalık test edin. Örneğin, *gaz kaçak kontrol cihazı* (varsa, genellikle brülör kapanışından sonra gaz valflerinin sızdırmazlığını test eden cihaz) fonksiyonunu kontrol edin – panel üzerinden simülasyon testi uygulanabilir veya bakım sırasında gözlemleyin. Hava akış presostatının (fan arıza emniyetinin) çalışmasını test edin: Brülör çalışırken fan durdurulursa (veya hava girişini kısarak) presostatın brülörü durdurduğunu görün. Yine *min/max gaz basınç presostatları* mevcutsa, hattaki basıncı sınır değer altına ve üstüne simüle ederek (gaz vanasını kısarak veya regülatör çıkışını yükselterek) brülörü emniyete aldıklarını test edin. Bu testler, brülörün emniyet zincirinin kesintisiz çalıştığını garantiler[5][10].
- **Elektrik ve Bağlantılar:** Brülörün elektrik klemens kutusunu açarak haftada bir görsel kontrol yapın (gücü kapatarak). Gevşek klemens, yanık kablo ucu var mı bakın. Tüm vida bağlantılarını uygun torkla sıkın. Brülör üzerindeki topraklama bağlantısının sağlam olduğunu doğrulayın. Brülör ile kazan arasında bulunan esnek kablo ve yakıt hortumlarında yıpranma, aşınma belirtisi olup olmadığına bakın.
- **Genel İşleyiş ve Temizlik:** Brülör etrafını temiz ve düzenli tutun. Brülör hava menfezi veya yanma kafası etrafında biriken tozları temizleyin. Yağlı birikintiler varsa uygun solventle silin (özellikle fuel-oil brülörlerde olur). Bu sayede brülör parçalarının ömrü uzar ve yangın riski azalır.

Aylık / 6 Aylık Bakım (Kapsamlı Brülör Bakımı)

Brülörün kapsamlı bakımı üreticinin önerisine göre genellikle yılda bir yapılır; ancak 12 ay boyunca sürekli çalışan brülörlerde her **6 ayda bir** ara bakım yapmak önerilir[14]. Bu kısım, o ara bakımlarda ve/veya aylık olarak yapılabilecek derinlemesine bakım adımlarını içermektedir. Bu bakım için brülörün durdurulması ve bazı parçaların sökülmesi gerekebilir. İşlemler mümkünse brülör uzmanı bir teknisyen tarafından yürütülmelidir.

Kapsamlı Bakım Kontrol Listesi (Brülör):

- **Demontaj ve Temizlik:** Brülörü kazan üzerinden sökün veya bakım pozisyonuna alın. İlk olarak **brülör yanma kafası ve türbülötör** grubunu dikkatlice çıkarın. Türbülötör (alev tutucu/swirler) ve brülör kafası içinde biriken kurumları tel fırça ile temizleyin[5]. Tıkanmış hava delikleri varsa açın. Fuel-oil brülörlerde meme (nozül) yuvasını sökün, nozulucuyu dikkatlice çıkarıp inceleyin; üzerinde karbon birikimi varsa temizleyin, memenin deliği tıkalıysa uygun bir solvent içinde bekletip basınçlı hava ile üfleyin (kesinlikle iğne vs. sokmayın, kalibrasyon bozulur). Gerekirse nozul yenisiyle değiştirilir (genelde yılda bir yenilemek iyi bir pratiktir).

- **Fan ve Hava Yolu Bakımı:** Brülör fanını (radyal fan çarkını) mile bağlı olarak çıkarın veya yerinde iken kanatlarını temizleyin. Fan kanatçıklarının üzerindeki toz, yağ kalıntıları tamamen temizlenmelidir. Gerekirse fan motorunu yerinden sökerek atölyede rulmanlarını kontrol edin; hafif bir yağlama gerekiyorsa uygun yağ ile yağlayın[10]. Fan motoru rulmanlarında aşınma varsa (elle çevirdiğinizde ses geliyorsa veya boşluk varsa) rulman değişimi planlayın. Fan balansı bozulmuş ise (çark yamuk dönüyorsa) fan çarkını değiştirin veya balans yaptırın.
- **Yakıt Valf Grubu ve Hat Kontrolleri:** Brülörün gaz valfleri (solenoid valfler) ve gaz rampası üzerindeki ekipmanların (regülatör, presostatlar) iç temizlik ve kontrolü yapılır. Gaz valflerini sökmeden önce brülör gaz beslemesini kesin ve emniyete alın. Valflerin iç yüzeylerinde pislik varsa üretici talimatına göre temizleyin (çoğu valf sızdırmazlığı bozulabileceğinden tam açılmaz, sadece filtre kısımları temizlenir). **Gaz kaçak testi cihazı** bulunan brülörlerde, valf kapama sızdırmazlık testinin düzgün sonuç verdiğini (cihazın servis modunda test edilerek) onaylayın. Fuel-oil hatlarda yakıt pompasını söküp inceleyin: Pompa filtresi, iç bypass valfi gibi kısımları temizleyin. Pompa keçelerinden kaçak yoksa tekrar monte edin; kaçak veya performans sorunu varsa pompa bakım kiti ile onarın veya değiştirin.
- **Ateşleme Sistemi: Ateşleme elektrotları** (ateşleme çubukları) brülörden çıkarılır, yüzeyleri zımpara taşı veya ince zımpara ile temizlenir[15]. Elektrot uçları birbirine ve topraklama elektroduna olan mesafesi kumpas ile ölçülerek üretici değerlerinde ayarlanır (örneğin 3-4 mm aralığında olabilir, üretici kataloğuna bakın). Elektrot seramiklerinde çatlak olup olmadığına bakın, çatlak varsa yenileyin (kaçak yapıp ateşlemeyi zayıflatır). **Alev detektörü** (iyonizasyon çubuğu veya UV sensör) da çıkarılır; yüzeyi temiz bir bezle silinir. İyonizasyon elektrodu ise ince zımpara ile üzerindeki tabaka temizlenir. Sensörün camında is varsa alkolle silinip kurutulur. Ardından bu elemanlar tekrar yerine takılarak kablo bağlantıları sağlamca yapılır. Kablo uçlarında oksitlenme varsa kesilip yeniden bağlanır. Bu işlemler sonucunda brülörün ateşleme ve alev algılama sistemi ilk günkü hassasiyetine yakın olacaktır[16].
- **Emniyet ve Kontrol Elemanları Testi:** Brülörün tüm emniyet elemanlarını bu bakım sırasında tek tek test edin. **Hava presostatını** sökerek içinde toz varsa temizleyin, diyaframında hasar olup olmadığına bakın; sonra ayar basıncını kontrol edip yerine takın[17]. **Minimum ve maksimum gaz basınç presostatlarını** ayar değerlerine göre çalıştırıp multimetre ile kontak açma-kapama testini yapın[17]. **Gaz valfi kapama süresi** test edin: Brülör durdurulduğunda gaz ventilleri anında ve tam kapatıyor mu (flame damper servomotor eğer hava kapatıyorsa hava damperinin de kapandığını doğrulayın). **Emniyet zinciri** testini yapın: Brülörü çalıştırmadan, emniyet zincirindeki her bir elemanı (presostat, limit termostat, damper switch vb.) sırayla devre dışı bırakıp brülörün çalışmadığını veya durduğunu görün, sonra geri alın (bu adım tecrübeli personelce dikkatle yapılmalıdır). Tüm bu testler brülörün güvenlik açısından eksiksiz olduğunu ortaya koymalıdır[5][10].
- **Servomotor ve Damper Mekanizması:** Modülasyonlu brülörlerde, servo motor ve hava damper mekanizması kritik önemdedir. Servomotor dişlilerine ve kol

mekanizmalarına gözle bakın, gevşek bağlantı yoksa müdahale etmeyin. Dışlı kutusu plastik ise içinde aşınma olup olmadığını üreticiye özel test modunda incelemek gerekebilir (gözlem ile anlaşılamayabilir). Hava damperinin kapalı konumda tam kapattığını, açıkta tam açtığını görsel olarak doğrulayın. Damper milini elle hareket ettirerek takılma olmadığını teyit edin. Servomotor miline bağlı potansiyometre/geri bildirim elemanı varsa, onun da bağlantıları kontrol edilir. Gerekirse üreticiye kalibrasyon için gönderilir ya da saha yazılım aracılığıyla kalibre edilir (ileri seviye bir işlemdir, yetkili servis yapmalıdır).

- **Elektrik Panosu Bakımı:** Brülörün kumanda panosu (kazan panosuyla entegre olabilir veya ayrı olabilir) içini açın. Kontaktör, sigorta, röle gibi bileşenleri kontrol edin. Yıllık bazda kontaktörlerin ana kontak yüzeyleri yanabilir; aşırı yanık, ergime varsa ilgili elemanı değiştirin. Brülör kumanda rölesi (alev rölesi) çalışması test edilir; brülör ateşlemesi sırasında alevi algılamazsa kilitlemeye geçiyor mu kontrol edin (alev detektörünün önünü kapatarak simüle edebilirsiniz). Panodaki vidalı/klemensli bağlantıları tornavida ile sıkın. Pano içinde toz, örümcek ağı varsa temizleyin; gerekirse basınçlı hava tutarak tüm tozu çıkarın (panodaki elektroniklere zarar vermeden). Bu işlemler, brülörün elektriksel arızalar vermesini önleyecektir[10].
- **Yanma Ayarlarının Yeniden Yapılması:** Kapsamlı bakım sonunda brülörü yeniden ateşleyin ve **baca gazı analiz cihazıyla** yanma ayarını kontrol edin. Brülörü tam yükte ve kısmi yüklerde çalıştırarak O₂ ve CO değerlerini ölçün. Hava fazlalık oranı yüksekse (O₂ çok yüksek, CO çok düşük ve verim düşükse) hava damper ayarını kısmen azaltarak daha uygun bir karışım elde edin. Aksi şekilde CO değeri yüksek çıkarsa (örneğin >200 ppm) ve O₂ düşükse, hava miktarını artırın veya yakıt beslemesini azaltın. Her ayar değişikliğinden sonra brülörü birkaç dakika stabil çalıştırıp tekrar ölçüm alın[6]. Ayrıca brülör modülasyon eğrisini kontrol edin: Min kapasitede CO değerleri, max kapasitede değerler uygun aralıktaysa ayarlar tamamdır. Yapılan bu **baca gazı analizi ve optimize ayarlar** hem yakıt tasarrufu sağlayacak hem de brülörün güvenli yanmasını temin edecektir[11]. Analiz raporunu saklayın ve önceki ölçümlerle kıyaslayarak brülör performans trendini izleyin.

Yıllık Bakım

Brülörlerin yıllık bakımı, yukarıda belirtilen 6 aylık bakım adımlarının tümünü kapsamakla birlikte, gerek görüldüğünde ilave bazı bileşenlerin değişimini de içerir. Genellikle yıllık bakım, kazan yıllık bakımının bir parçası olarak gerçekleştirilir ve brülörün uzun süreli güvenilirliği için önemlidir.

Yıllık Bakım Kapsamı (Brülör):

- **Yedek Parça Değişimleri:** Brülör üreticilerinin tavsiyeleri doğrultusunda, sürekli çalışan brülörlerde bazı parçalar yılda bir değiştirilmelidir. Örneğin, *ateşleme elektrotları* ve *iyonizasyon çubuğu* yılda bir yenilenirse ateşleme problemleri en aza iner. Yine fuel-oil brülör memesı de yılda bir yenisiyle değiştirilmelidir (aşınma ve kirlilik performansı etkiler). Gaz brülörlerinde gaz valf grubundaki contalar,

diyaframlar (varsa) ve bağlantı contaları kontrol edilir, gerekiyorsa yenilenir. Yakıt pompası (fuel-oil) bakım kiti (contalar, filtre, yaylar) kullanılarak pompa revize edilir veya pompa tamamen yenilenir (her 2-3 yılda bir, yakıt kalitesine bağlı).

- **Servis Ayarlarının Güncellenmesi:** Yıllık bakımda brülörün yakıt tipi değişikliği, kapasite modifikasyonu gibi durumlar varsa uygun meme ve ayarlar takılır. Örneğin, farklı mevsimsel yakıt kullanılıyorsa (kışlık-yazlık mazot gibi) nozul ona göre seçilir. Brülör otomasyon sistemi (eğer dijital kontrolör varsa) yazılım güncellemesi veya parametre optimizasyonu yapılır. PID kontrol parametreleri sistem dinamiklerine göre tekrar ayarlanır[10]. Bu işlemler genelde uzman servis mühendislerince laptop ile brülör kontrol cihazına bağlanarak yapılır.
- **Brülör Genel Revizyonu:** Brülörün tüm parçaları bir araya getirilip montajı yapıldıktan sonra genel bir test gerçekleştirin. İlk olarak sadece fan motorunu çalıştırarak hava akışını test edin, sonra yakıtı devreye alarak ateşlemeyi gözlemleyin. Brülör birkaç defa start/stop yaparak güvenli şekilde devreye girip çıkıyor mu kontrol edin. Modülasyonlu ise düşük ve yüksek fire geçişlerini test edin. Brülörün otomatik duruş sekansında (soğutma üflemesi vb.) her şey normal mi bakın. Son olarak, yıllık bakım kapsamında yapılan tüm işlemleri kayıt altına alın. Özellikle değiştirdiğiniz parçaların listesini, ayar değerlerini not edin. İşletme bakım sorumlusuna brülörün durumu hakkında bilgi verin ve bir sonraki bakım zamanını (6 ay/1 yıl sonra) planlayın.

Önerilen Sarf Malzemeleri ve Test Ekipmanları (Brülör)

- **Sarf Malzemeleri:**
 - *Ateşleme ve Algılama Elemanları:* Yedek ateşleme elektrodu ve iyonizasyon elektrodu (veya UV sensörü) setleri. Bu elemanlar hassas olduğundan yedek bulundurmamak brülör duruşlarını önler.
 - *Yakıt Nozulları:* Fuel-oil brülörlerinde uygun kapasiteli birkaç yedek enjektör memesi. Farklı spreyleme açısı ve debilerde (üreticinin önerdiği) memeler stokta olmalı.
 - *Filtre Elemanları:* Gaz brülörü için yedek gaz filtresi kartuşu; fuel-oil brülörü için pompa filtresi ve hat filtreleri elemanları.
 - *Conta ve Diyaframlar:* Gaz valf kiti (üretici temin ediyorsa, gaz valfi diyafram ve contaları içeren kit), yakıt pompası bakım kiti (contalar, yay vs.). Brülör gövde contası, kapak contası gibi genel contalar da edinilebilir.
 - *Yağ ve Gres:* Brülör mekanik aksamı için yüksek sıcaklık dayanımlı gres (örneğin fan rulmanları için). Ayrıca servo motor dişli kutusu üretici öneriyorsa özel gres kullanılabilir.
 - *Yedek Emniyet Ekipmanları:* Min/max gaz presostat, hava akış presostatı gibi bileşenlerin yedeği kritik tesislerde bulundurulabilir. Alev rölesi (brülör kontrol ünitesi) yedeği de, arıza durumunda değişim için faydalıdır.
 - *Temizlik Malzemeleri:* Kurum ve yağ çözücü spreylar (brülör kafası ve fan temizliği için), yumuşak fırçalar, bezler. Elektrot zımparalamak için ince zımpara taşları veya zımpara kağıdı.

- **Test ve Ayar Ekipmanları:**

- *Baca Gazı Analiz Cihazı:* Brülör yanma analizini yapmak ve optimum ayarı bulmak için zorunlu ekipmandır[11]. O₂, CO, CO₂ ölçebilen, kalibre bir analizör kullanılmalı.
- *Manometreler:* Brülör gaz giriş basıncını ölçmek için **U-tüp manometre** veya hassas dijital manometre (mbar skalalı) gereklidir[18]. Ayrıca fuel-oil brülör yakıt pompası basıncını ayarlamak için en az 0-16 bar'lık gliserinli bir manometre pompa çıkışına takılmalıdır.
- *Milivoltmetre:* İyonizasyon elektrodu alev sinyalini ölçmek için hassas bir multimetre (µA ölçebilme özelliğiyle seri bağlayarak) kullanılır. Bu, alevin düzgün algılanıp algılanmadığını sayısal olarak gösterir.
- *Gaz Kaçak Dedektörü:* Brülör gaz ekipmanlarının bağlantı testlerinde, elektronik gaz kaçağı dedektörü veya sabun köpüğü çözeltisi kullanılır.
- *Tork Anahtarı:* Brülör montaj civatalarını ve flanş bağlantılarını uygun torkta sıkmak için (özellikle büyük brülörlerde önem taşır).
- *Oscilloscope (opsiyonel):* İleri seviye arızalarda (ateşleme trafosu dalga formu, servo sinyali vs.) gerekebilir ancak genellikle brülör bakımında şart değildir.
- *Laptop ve Yazılım (opsiyonel):* Yeni nesil dijital brülör kontrol sistemlerinde, parametre ayarı için üretici yazılımına ihtiyaç olabilir. Bu durumda ilgili arayüz ve kablolar hazır bulundurulmalıdır.
- *Kişisel Koruyucu Ekipman:* Brülör bakımında özellikle gaz ile çalışırken anti-statik eldiven, elektrik çarpmalarına karşı izole eldiven, gözleri kurumdan korumak için gözlük kullanın. Ayrıca işitme koruması (brülör fanı yüksek sesliyse) ihmal edilmemelidir.

Brülör bakımında hazırlanan yedek parça ve ekipman listesi, bakım işlemlerinin hızlı ve eksiksiz yapılmasını sağlar. Unutmayınız ki brülör, bir kazanın kalbidir; düzgün bakım, güvenli bir işletme ve enerji tasarrufu olarak geri dönecektir.

Buhar Hattı ve Ekipmanları Bakım Prosedürü

Buhar hattı, buhar kazanında üretilen buharın işletme proseslerine veya ısıtma sistemine taşındığı boru hatları ve bunlara bağlı ekipmanlardan oluşur. Buhar hatlarına bağlı **kondenstoplar (buhar kapanları)**, vanalar, genleşme noktaları, kondens toplama kapları, basınç düşürücü vanalar, emniyet ventilleri gibi çeşitli armatürler bulunur. Buhar tesisatının bakımı, enerji verimliliği ve güvenlik açısından son derece önemlidir. Düzenli bakım yapılmayan buhar hatlarında buhar kaçakları, hatalı çalışan kondenstoplar ve yetersiz izolasyon sebebiyle ciddi enerji kayıpları yaşanabilir. Ayrıca, bakımsız bir buhar hattı su darbeleri (water hammer) ve hat basıncının kontrolsüz yükselmesi gibi tehlikelere yol açabilir. Bu bölümde buhar hatları ve ekipmanlarına dair günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım adımları ele alınmıştır.

Günlük Kontroller

Buhar hattında günlük düzeyde yapılacak işlemler, genellikle gözle kontrol ve işletme parametrelerinin izlenmesiyle sınırlıdır. Operatörlerin veya bakım teknisyenlerinin rutin devriyesine bu kontroller dahil edilmelidir.

Günlük Kontrol Listesi (Buhar Hattı):

- **Buhar Basıncı İzleme:** Buhar ana hattının basıncı, kazan basıncına yakın bir noktada bulunan basınç göstergesinden kontrol edilmelidir. İşletme basıncı beklenen değerde mi (örn. 8 bar işletiliyorsa, o civarda) günlük gözlenir. Anormal basınç dalgalanmaları varsa (basınçta sürekli yükselme veya düşme) bu, hat üzerinde bir vana konumunun hatalı olması veya tüketimde ani değişim gibi durumlara işaret edebilir.
- **Kaçak ve Sızıntı Kontrolü:** Ana buhar hattı boyunca görünür bir buhar kaçağı olup olmadığı gözlemlenir. Boru ek yerlerinden, flanşlardan veya vana saplarından **buhar sızıntısı** (beyaz buhar bulutu şeklinde) var mı bakılır. Küçük bir buhar kaçağı bile yüksek enerji kaybına yol açacağından, günlük devriyede fark edildiği an bakım planına alınmalıdır. Kondens hatlarında su sızıntısı/damlaması olup olmadığı da kontrol edilir. Özellikle pompaj istasyonları, kondens tankı etrafında su birikintisi günlük incelenmelidir.
- **Kondenstop Gözlemi:** Hat üzerindeki kritik kondenstopların çevresinde gözlem yapın. Kondenstop çıkışlarında ani soğuma veya sürekli buhar üflemesi var mı bakın (örneğin termodinamik tip kondenstoplar deşarj sırasında sesli bir “tık” yapar ve aralıklı buhar atarlar; termostatikler daha sürekli akış gösterir). Eğer bir kondenstop sürekli canlı buhar kaçırıyor gibi görünüyorsa (çevresinde sürekli buhar bulutu) arıza yapmış olabilir. Gözle bu tip bir durum tespit ederseniz not alın. Ayrıca, kondenstop çıkışında kondensin rahatça aktığını, boruların aşırı titremediğini kontrol edin.
- **Destek ve Askılar:** Mümkün olduğunca, buhar borularının askı ve desteklerinin yerinde olduğunu, borunun sarkma yapmadığını günlük olarak gözle kontrol edin. Herhangi bir askı kelepçesi kopmuş, düşmüşse veya boru anormal bir pozisyonda ise hemen bakım birimine bildirilmelidir. Boru hatlarının doğru şekilde desteklenmemesi, genleşme ile birlikte ciddi sorunlara (eğilme, kırılma) yol açabilir.
- **Genleşme Derzleri ve Seviye Kontrolü:** Buhar hattında genleşme payı bırakılan U veya L şekilli genleşme kısımları varsa, bunların serbestçe hareket edebildiğini (engel olmadığını) kontrol edin. Ayrıca hatta kondens ceplerinin (drip leg) dolu kalmadığından emin olmak için bu ceplerin çıkış vanalarında sıcaklık farkına bakın (drain vanası altı soğuk ise içi su dolu olabilir). Gerekirse ilgili vanayı çok kısa açarak cepleri boşaltın (günlük rutin olmasa da acil durumda yapılabilir). Su ceplerinin dolu kalması su darbesi riskini artırır.

Haftalık Bakım

Haftalık bakımda, buhar hattının verimli çalışmasını sağlamak için kritik ekipmanların daha yakından kontrolü ve basit bakım işlemleri yapılır.

Haftalık Kontrol Listesi (Buhar Hattı):

- **Kondenstop İşlev Testi:** Haftalık olarak seçilecek bazı kondenstoplar basit yöntemlerle test edilebilir. Küçük veya orta boy bir tesiste, haftada bir farklı bir hat kesitindeki birkaç kondenstop dinleme çubuğu, stetoskop veya kızılötesi termometre ile kontrol edilir. Bir **kondenstop**ın giriş ve çıkış sıcaklıklarını IR termometre ile ölçün; giriş çok sıcak, çıkış belirgin derecede daha soğuksa ve sürekli soğuk kalıyorsa tıkanmış olabilir. Tam tersi sürekli çok sıcak buhar geçiyorsa kaçırıyor olabilir. Termodinamik kapanlarda, çalışırken metal bir çubukla dokunup titreşimi/dinlemesi yapılarak aralıklı açma yapıp yapmadığı anlaşılabilir. Bu basit kontrollerle arıza şüphesi olan kapanlar tespit edilip detaylı bakım listesine alınır.
- **Hattın Drenajı:** Buhar hattının düşük kot noktalarında kondenstop veya drenaj vanaları bulunur. Haftada bir, bu drenaj noktalarındaki vanaları (varsa) elle kısa süreyle açarak hatta biriken kondensi boşaltın. Bu, özellikle uzun duruşlardan sonra hattı devreye almadan önce yapılırsa su darbesini önler. Haftalık rutin işletmede de bu ceplerin boş olduğundan emin olunması enerji verimliliği sağlar.
- **Boru Hattı İzolasyon Kontrolü:** Buhar borularının üzerindeki izolasyon malzemesi (cam yünü, kaya yünü vs. ve dış koruyucu sacları) haftalık gözden geçirilmelidir. Özellikle flanş bağlantıları civarında izolasyon kaplaması çıkarılıp takılmış olabilir; açıkta kalan sıcak yüzey var mı kontrol edin. İzolasyon üzerinde nemlenme, ıslanma belirtisi var mı bakın (kondens sızıntısından olabilir). İzolasyonda hasar tespit edilirse ilgili kısım onarılmak üzere raporlanır. İyi durumdaki izolasyon, ısı kaybını ve buhardan suya dönüşümü (kondens oluşumunu) azaltır.
- **Destek ve Titreşim Kontrolü:** Boru hattını taşıyan askı ve kelepçeler haftalık fiziksel olarak gözden geçirilir. Belli başlı sabit destek noktaları, kayar destekler kontrol edilir, gevşemiş somunlar sıkılır. Borularda normalin dışında titreşim hissediliyorsa, bu titreşimi sönmüleyecek destek elemanları (örneğin yaylı askılar) kontrol edilmelidir. Titreşim; kondenstop arızası, rezonans veya hat içi akış problemlerine işaret edebilir. Tespit edilirse mühendislik çözümü gerekebilir.
- **Basınç Kontrol Ekipmanı:** Eğer buhar hattı üzerinde basınç düşürücü istasyon (basınç regülatörü) varsa, haftalık olarak regülatörün çıkış basıncını kontrol edin. İstenen değerde sabit kalıp kalmadığına bakın. Regülatör filtreleri (varsa) gözle muayene edin, göstergelerinden fark edilir kirlilik yoksa dokunmayın, fakat çıkış basıncı sapmaya başlamışsa bakım planlayın. Benzer şekilde hatta kondens pompası, flash tank, seviye kontrol cihazı gibi ekipmanlar varsa, haftalık gözlemleri yapılarak normal çalıştıklarından emin olunur.

Aylık Bakım

Aylık bakım, buhar tesisatının ayrıntılı elemanlarının planlı olarak elden geçirilmesini içerir. Özellikle kondenstoplar ve vanalar bu periyotta daha kapsamlı incelenir.

Aylık Kontrol Listesi (Buhar Hattı):

- **Kondenstop Bakımı:** Ayda bir, sistemdeki buhar kapanlarının belirli bir kısmını rotasyonlu olarak demonte edip bakım yapın (tüm kapanları aynı anda çıkarmak sistemi durduracağı için bölünen bir plan yapın; örneğin her ay tesisin ~%25 kapanı, 4 ayda bir tümü). **Termodinamik tip kondenstoplar** için: Kapağını söküp iç diski ve conta yüzeyini kontrol edin. Diskin oturma yüzeyi pürüzlenmiş ise, üreticinin önerdiği şekilde ince zımpara taşı üzerinde 8 çizerek düzleyin. Disk veya konik yüzeyde aşınma çoksa diski yenisiyle değiştirin. Kapan içinde pislik birikimi varsa temizleyin. Kapağın içindeki **filtre elemanı** varsa çıkarıp temizleyin. Tüm parçaları geri takarken yeni conta kullanın. **Termostatik tip kondenstoplar** için: İçerideki termostatik elemanı (bellow veya bimetal) çıkarıp kontrol edin; aşırı korozyon varsa yenileyin. **Şamandıralı kondenstoplarda:** Kapağı açıp şamandıra ve iğne valf mekanizmasını temizleyin, şamandırada delik yoksa geri takın, iğne valfte aşınma varsa değiştirin. Bu bakımlar sonucu, düzgün çalışan bir buhar kapanı elde edilir. Her halükarda sorunsuz çalışan bir kapan dahi **6 ayda bir** bakımdan geçirilmelidir.
- **Buhar Vanaları ve Armatürler:** Aylık olarak buhar hattındaki çalışması kritik vanaları kapat-aç yaparak işlevlerini kontrol edin (uygun olduğu sürece; üretim sırasında ana vanaları kapatmak mümkün olmayabilir, o zaman duruş anına denk getirin). Vana mil salmastralarından buhar kaçırma belirtisi varsa, salmastra sıkılabilir; ancak genelde salmastra ipi sertleştiyse değiştirmek gerekir (bunu yıllık bakımda planlayın). Kontrol vanaları (örneğin buhar kontrol valfleri) varsa pnömatik/elektrikli aktüatörlerinin stroku test edilir, istenen aralıkta hareket ediyor mu bakın. Kaçak yapan veya tam kapanmayan vanalar tespit edilirse bakım/yenileme için listeye alınır. Flanş ve bağlantı noktalarının genel kontrolü de aylık yapılır: Cıvata bağlantıları termal döngülerle gevşemiş olabilir, torklanmaları gerekebilir[7]. Küçük buhar kaçakları için genelde flanş contası yenilemek çözüm olur, bunu planlayın.
- **İzolasyon ve Destek Detayları:** Aylık incelemede, boru hatlarının belirli bölgelerindeki izolasyonu açıp altını kontrol etmeyi planlayın (örn. bir bölgede korozyon şüphesi varsa izolasyon sökülüp boru yüzeyi incelenir, sonra düzgünce aynı izolasyon geri sarılır veya yenilenir). Bu sayede **CUI (izolasyon altı korozyon)** erken tespit edilebilir. Ayrıca genleşme contası, kompensatör varsa bunları yakından muayene edin: Kompensatörlerin destekleyici halkalarında çatlak, sızıntı işareti var mı bakın. Gerekirse üretici tavsiyesine göre cıvata ayarları kontrol edilir.

Yıllık Bakım ve Genel Kontrol

Yıllık bazda, buhar hattının tümüne yönelik daha kapsamlı bir bakım ve muayene gerçekleştirilmelidir. Bu bakım genellikle tesisin duruş dönemine denk getirilir ve uzman ekip tarafından yapılması tercih edilir. Yıllık bakımda, hattın güvenliği ve verimliliği açısından hayati ekipmanlar yenilenir veya test edilir.

Yıllık Bakım Kapsamı (Buhar Hattı):

- **Kondenstop Genel Tarama ve Yenileme:** Tesisdeki tüm kondenstoplar yılda en az bir kez tek tek gözden geçirilmeli, test edilmeli ve bakıma alınmalıdır. Bakım

esnasında problemlili olduğu tespit edilen kondensstoplar onarılmalı veya aynı tip yeni kapanlarla değiştirilmelidir. İyi işletilen bir tesiste, her yıl kondensstopların belli bir yüzdesinin değiştirilmesi planlanır (örneğin %10'u) böylece sürekli verimli bir kapan popülasyonu sağlanır. Yıllık kondensstop taraması sonrası, arızalı kapan oranı tespit edilerek bakım programları gözden geçirilir (arızalı oranı yüksekse bakım sıklığı artırılır).

- **Emniyet Ventili Bakımı:** Buhar hattı üzerinde (özellikle basınç düşürme istasyonlarından önce veya hat sonlarında) yer alan emniyet ventilleri, yılda bir kez mutlaka bakım görmelidir. Emniyet ventili bakımında, ventil sökölüp kalibre edilmesi idealdir (yetkili kuruluşlar tarafından yapılır). Ventil yayı, contası ve disk-yuva durumu kontrol edilir; pop-test yapılarak istenen basınçta açtığı doğrulanır. Tıkanmış veya kireçlenmiş bir emniyet ventili güvenlik riskidir, bu nedenle her yıl düzenli bakım güvenlik için kritiktir[19]. Ventil bakım raporlarını arşivleyin, arıza eğilimlerini takip edin. Gerekirse ventilleri belirli sayıda çalışmadan sonra (örneğin 5 yıl) yenileriyle değiştirin.
- **Boru Hattı Muayenesi:** Yıllık duruşta buhar borularının mümkün olduğunca fazlası gözle muayene edilir. İzolasyon malzemesi seçilen kritik bölgelerden (dirsekler, düşük noktalar, su cebi olan bölgeler, vana çevreleri gibi) kaldırılarak boru yüzeyleri incelenir. Özellikle destek noktalarında sürtünmeden kaynaklı aşınma veya korozyon var mı kontrol edilir. Şüpheli görülen boru kesitlerinde ultrasonik et kalınlığı ölçümü yapılabilir (özellikle uzun yıllar kullanılan veya korozif kondens maruziyetine açık hatlarda). Eğer boru et kalınlıkları izin verilen minimumun altına inmişse, ilgili boru parçası kesilip değiştirilmelidir. Bu işlem, basınçlı boru standardı (TS EN 13480 vb.) ve yetkili mühendis gözetiminde yapılmalıdır.
- **Destek ve Askı Sistemleri Revizyonu:** Boru hattını taşıyan tüm destek yapıları yıllık bakımdan geçirilmelidir. Sabit desteklerin kaynaklı bağlantıları, civataları sıklığı kontrol edilir. Hareketli (kayar) desteklerin serbest hareket ettiğinden emin olunur; takılmış olanlar düzeltilir veya yenilenir. Yaylı askılar kullanılıyorsa, bunların yük ayarları ölçülür (zamanla yaylar yorulabilir). Gerekirse yay setleri değiştirilir veya yeniden ayarlanır. Bu işlem boru gerilme yönetimi açısından önemlidir.
- **İzolasyon Yenileme:** Yıllık bakım fırsat bilinerek, yıpranmış izolasyon malzemeleri yenilenmelidir. Özellikle dış ortamdaki buhar hatlarında izolasyon muhafaza sacları altına su girip izolasyonu bozabilir. İzolasyonu ıslanmış kısımlar sökölüp yeni kuru malzeme ile değiştirilmeli, su sızdırmaz bir kaplama ile kapatılmalıdır. Isı kayıplarını minimumda tutmak ve tesis verimliliğini yükseltmek için hat izolasyonunun tam olması gerekir. Yeni eklenen hat kısımları varsa, bunların da uygun kalınlıkta izolasyonla kaplandığını yıllık kontrolde doğrulayın.
- **Basınç Düşürme ve Kondens Toplama Sistemleri:** Buhar hatlarındaki basınç düşürücü vanalar (reduksiyon istasyonları) yıllık olarak demonte edilip bakım yapılmalıdır. Regülatör basınç ayar yayları, valf pabuçları, diyaframlar incelenir; hasarlı parçalar yenilenir. Kondens toplama tankı ve pompa sistemleri temizlenir: Tankın içinde çamur birikmişse yıkanır, korozyon kontrol edilir. Kondens

pompalarının çek valfleri sökülüp kontrol edilir, pompa çarkı ve salmastraları incelenir, gerekiyorsa bakım takımı ile yenilenir.

- **Genel Sızdırmazlık ve Kaçak Testi:** Buhar sistemini yeniden devreye almadan önce, kritik bağlantılarda sızdırmazlık testleri yapılır. Hat soğukken yapılan hidrostatik test, bazı durumlarda uygulanabilir (düşük basınçlı sistemlerde veya onarım yapılan kısımlarda su ile basınç testi). Aksi takdirde devreye alındıktan sonra, işletme basıncında tüm bağlantılar sabun köpüğü ile kontrol edilir. Küçük bir kaçak bile tespit edilirse hemen basınç düşürülüp ilgili conta sıkılır veya değiştirilir. Yıllık bakım sonrası hattın tamamen sızdırmaz olduğundan emin olun.
- **Dokümantasyon:** Buhar hattı ekipmanlarına ait bakım kayıtlarını güncelleyin. Hangi kondensstopların değiştiği, kaç adet kaçak onarıldığı, izolasyon durumu gibi bulguları not edin. Gelecek bakım planlamasında kullanılmak üzere bu verileri saklayın. Ayrıca, yasal olarak buhar tesisatı periyodik kontrolleri (İş ekipmanları yönetmeliği uyarınca) akredite kuruluşlara yıllık yaptırılıp raporları alınmalıdır. Bu raporlarda belirtilen bulgular da bakım programına entegre edilmelidir.

Önerilen Sarf Malzemeleri ve Test Ekipmanları (Buhar Hattı)

- **Sarf Malzemeleri:**
- *Kondenstop Yedek Parçaları:* Termodinamik kapan disk ve conta setleri, termostatik kapan için yedek bellow elemanları veya valf takımları, şamandıralı kapan iğne valf ve şamandıra setleri. Buhar kapanı bakımında sıkça gereken bu parçalar stokta tutulmalıdır.
- *Conta ve Contalar:* Buhar hattındaki flanşlar için çeşitli çap ve basınca uygun yedek contalar. Ayrıca vana kapak contaları, emniyet ventili contaları, çek valf contaları gibi parçalardan yedek bulundurmak onarımları hızlandırır.
- *Salmastra Takımları:* Vana salmastra ipi veya hazır salmastra kutuları. Sık kullanılan vanaların (örneğin sık açılıp kapanan bypass vanaları gibi) salmastraları gerekirse yıllık yenilenmelidir, bunun için uygun kesitte grafit salmastra ipi veya üretici kitleri olmalı.
- *İzolasyon Malzemesi:* Cam yünü, taş yünü şilte veya prefabrik poliüretan kılıflar gibi malzemeler, ayrıca dış kaplama sacı ve teli. Bakımda izolasyon yenilemek için yeterli miktar bulundurulmalıdır.
- *Cıvata ve Bağlantı Elemanları:* Yüksek mukavemetli cıvata, somun, rondela setleri (8.8 veya 10.9 sınıf, buhar sıcaklığına dayanıklı kaplamalı). Flanş açma kapama işlemlerinde aşınan cıvataları yenilemek için lazımdır.
- *Temizlik ve Bakım Malzemeleri:* Tel fırçalar, kazıyıcılar (iç yüzey temizliği için), zımpara kağıtları (kondenstop disklerini düzlemek için farklı incelikte), conta kazıma aleti, conta yapıştırıcı (bazı yüksek sıcaklık contaları için), sızdırmazlık macunu veya PTFE bant (dişli bağlantılar için).
- *Yedek Vanalar ve Armatürler:* İmkân varsa kritik önemdeki birkaç vananın yedeği (örneğin ana hatta bir kesme vanası, basınç düşürme vanası diyafram takımı veya kiti) depoda tutulabilir. Arıza durumunda vakit kaybetmeden değişim yapmayı sağlar.

- **Test ve Ölçüm Ekipmanları:**

- *Ultrasonik Kondenstop Test Cihazı:* Kondenstopların çalışma sesini ve ultrasonik titreşimlerini algılayarak doğru çalışıp çalışmadığını tespit eden cihaz. Büyük tesislerde, çok sayıda kapalı hızlı taramak için kullanışlıdır.
- *Kızılötesi Termometre/Thermal Kamera:* Kondenstop giriş-çıkış sıcaklık farklarını anında ölçmek için IR termometre; geniş alanda izolasyon kaçakları, hat üzerinde sıcak/soğuk noktalar tespiti için termal kamera idealdir.
- *Ultrasonik Kalınlık Ölçer:* Boru et kalınlıklarını belirli noktalarda ölçmek için kullanılır. Özellikle korozyon şüphesi olan hatlar için yıllık ölçümler kaydedilerek incelme hızı takip edilmelidir.
- *Basınç Göstergeleri:* Taşınabilir bir manometre (örn. 0-16 bar gliserinli) ile hat üzerindeki ölçüm noktalarına bağlanarak basınç kontrolü yapılabilir. Basınç düşürme istasyonu giriş/çıkış basınçlarını çapraz kontrol etmek için de kullanılır.
- *Kaçak Dedektörleri:* Buhar kaçaklarını ses ile tespit eden ultrasonik kaçak dedektörü; veya görsel olmayan küçük sızıntıları bulmak için çevresel nem dedektörleri yardımcı olabilir.
- *Tork Anahtarları:* Flanş cıvatalarını doğru sıklıkta sıkmak için uygun aralıklarda tork anahtarları (örn. 50-300 Nm). Belli basınç sınıflarında flanşlar için tavsiye edilen tork değerleri uygulanmalıdır.
- *Kaldırma Ekipmanları:* Ağır vanaları veya kompensatörleri söküp takmak için caraskal, zincirli kaldırma gibi ekipmanlar. Güvenli bir bakım için bu tür ekipmanların bulunması önemlidir.
- *Kişisel Koruyucu Donanımlar:* Buhar hattı bakımı sırasında sıcak ve basınçlı akışkan riski olduğundan yanmaya dayanıklı eldiven, yüz siperi, uzun kollu kıyafet giyilmeli. Kapalı alanlarda çalışırken oksijen ölçer cihaz ve emniyet kemeri kullanılmalı.

Buhar tesisatı bakımı, disiplinli bir takip ve kayıt sistemi gerektirir. Yukarıdaki araç ve malzemelerin doğru kullanımıyla, bakım ekibi buhar hattındaki enerji kayıplarını en aza indirecek ve ekipman arızalarını önceden engelleyecektir. Unutulmamalıdır ki, iyi bakımı yapılmış bir buhar sistemi sadece tasarruf sağlamakla kalmaz, aynı zamanda operasyonel güvenliği de artırır.

Sonuç ve Dokümantasyon: Bu prosedürde belirtilen bakım adımları, endüstriyel buhar kazanı, sıcak su kazanı, brülör ve buhar hatlarının emniyetli ve verimli işletimini sürdürebilmek için asgari gereklilikleri ortaya koymuştur. Her işletme, kendi ekipman envanteri ve kullanım yoğunluğuna göre bu listeleri genişletebilir veya bazı adımları daha sık periyotlarla uygulayabilir. Önemli olan, **periyodik bakım planının sürekliliğinin sağlanması ve kayıt altına alınmasıdır**[1]. Her bakım faaliyeti sonrası ilgili formlar doldurulmalı, kontrol listeleri imzalanmalı ve dijital olarak saklanmalıdır. Böylece zaman içindeki trendler izlenebilir, tekrarlayan arızalara proaktif çözümler getirilebilir.

Bu prosedür TS EN standartlarıyla uyumlu genel çerçeveyi çizmekle birlikte, **üretici teknik dokümanlarındaki özel talimatlar daima öncelikli olarak uygulanmalıdır**. Özellikle, belirli bir kazan veya brülör modeli için üretici tarafından önerilen bakım parçaları veya özel kontrol adımları varsa, bunlar bu prosedüre ilave edilmelidir.

Son olarak, bakım personelinin eğitimi ve yetkinliği, bakım kalitesi açısından kritik bir faktördür. İlgili ekip düzenli aralıklarla teknik eğitimlerden geçirilmeli, yeni standartlar ve teknolojiler konusunda güncel tutulmalıdır. Bu sayede, sahada uygulanabilirliği yüksek, güvenilir bir bakım programı yürütülecek ve işletmenin güvenliği ile verimliliğine azami katkı sağlanacaktır.

Kaynaklar:

- Mega Kazan, “*Buhar Kazanlarının Bakımı: Uzun Ömür İçin İpuçları*” – Günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım önerileri.
- Miura, “*Buhar Kazanı Bakımı Hakkında Bilinmesi Gerekenler*” – Periyodik bakım önemi, su yumuşatma ve basınç göstergeleri vurgusu[8].
- Buharkazanlari.com, “*Buhar Kazanı Bakımı Ne Sıklıkla Yapılmalıdır?*” – Günlük, aylık, yıllık bakım maddeleri ve faydaları[7][2].
- Plus Belgelendirme, “*Basıncılı Kaplar ve Kazanlar Periyodik Kontrolü*” – Yasal periyodik kontrol süreleri (TS 2025, TS EN 13445-5, TS EN 12952-6).
- Maxval, “*Kazan Otomasyon Sistemleri*” – Kazanlarda günlük blöf sıklığı ve önemi[4].
- Batusan Vana, “*Termodinamik Buhar Kapanı Kullanım Talimatı*” – Kapan bakım adımları ve 6 ayda bir bakım önerisi.
- Meydan Elektromekanik, “*Brülör*” – Brülör bakımlarının 6 ayda bir yapılması gereği, yanma ayarlarının önemi[14][11].
- Flamsan Isı, “*Brülör Bakımı*” – Brülör bakımında yapılan işlemler (fan, türbülötör, elektrot, sensör temizliği, presostat ve emniyet testleri, baca gazı analizi)[5][10].
- W.C. Rouse, “*Essential Spare Parts to Keep in Your Boiler Room*” – Kazanlar için yıllık değiştirilmesi önerilen parçalar (contalar, seviye göstergesi camı, emniyet ventili kontrolleri).
- Unox Vana, “*Buhar Hattı Emniyet Ventili Seçimi*” – Emniyet ventillerinin bakım ve periyodik kontrollerinin önemi[19].

Yukarıdaki kaynaklar ve ilgili TS EN standartları ışığında hazırlanmış olan bu bakım prosedürünün, saha uygulamasında tüm teknik personel için yol gösterici olması ve ekipmanlarınızın güvenle çalışmasına katkı sağlaması hedeflenmektedir. Her zaman güvenli çalışma prosedürlerine uyulması ve en iyi uygulamaların takip edilmesi dileğiyle...[20][8]

[1] [2] [3] [7] [20] Buhar Kazanı Bakımı Neden Önemlidir? - Buhar Kazanları

<https://www.buharkazanlari.com/buhar-kazani-bakimi-neden-onemlidir/>

[4] maxval.com.tr

https://www.maxval.com.tr/upload/filesContent/2x_kazan_otamasyon_compressed.pdf

[5] [6] [10] [15] [16] [17] Brülör Bakımı | Baca Gazı Analizi | Flamsan Isı Mühendislik

<https://flamsankazan.com/brulor-bakimi/>

[8] Buhar Kazanı Bakımı Hakkında Bilinmesi Gerekenler - Miura

<https://miura.com.tr/buhar-kazani-bakimi-hakkinda-bilinmesi-gerekenler/>

[9] Essential Spare Parts to Keep in Your Boiler Room

<https://www.wcrouse.com/blog/essential-spare-parts/>

[11] [12] [13] [14] Brülör - Meydan Elektromekanik LTD. ŞTİ.

<https://meydanelektro.com/brulor-kurulum-bakim-onarim-teknik-genel-servisi/>

[18] Brülör Bakımında Neler Yapılır? - Efor Kombi Servisi

<https://www.eforkombiservisi.com/brulor-bakimi/>

[19] Buhar Hattı Emniyet Ventili Seçimi | Unox Vana

<https://unox.com.tr/buhar-hatti-emniyet-ventili-secimi/>

