

Idraulica

TEKNİK VE MESLEKİ BİLGİLERİN PERİYODİK YAYINLARI

CALEFFI
Hydronic Solutions

7

Eylül 2025



HAVADAN SUYA ISI POMPALARI: SİSTEM VERİMİ VE İYİLEŞTİRME





www.caleffi.com

THE CALEFFI GREEN

**BU BİZİM SÜRDÜRÜLEBİLİR TAAHHÜDÜMÜZDÜR.
BU BİR ZİHNİYET, VAR OLMA VE
İŞ YAPMA BİÇİMİ. BU BİZİM ÇEVRESEL
VE SOSYAL DEĞİŞİME GERÇEK KATKIMIZ.**

Bugünün ve yarının **HALKININ** taleplerini karşılamak için daha sorumlu bir gelecek inşa ediyoruz. Kaynak tasarrufuna yardımcı olan **ÜRÜNLERİMİZ** daha sürdürülebilir bir konfor sunmak için tasarlandı. Mükemmel iklimi hayata geçirmeyi ve **ÇEVRE** üzerinde olumlu bir etki yaratmayı amaçlıyoruz.



CALEFFI
Hydronic Solutions

EDİTÖRDEN

Yedinci sayımızla yeniden sizlerle buluşmanın mutluluğunu yaşıyoruz. Her yıl olduğu gibi bu yıl da sektörümüzle ilgili önemli bir konuyu ele alırken, aynı zamanda geleceğe dair ortak sorumluluklarımızı hatırlatmak istiyorum.



Doğal kaynaklar tükenmiyor, biz hızla tüketiyoruz. 2024'te Dünya Limit Aşım Günü 23 Temmuz'a çekildi. Yani insanlık, yılın yalnızca yedi ayında bir yıllık doğal kaynaklarını tüketmiş oldu. Bu çarpıcı gerçek, özellikle sanayi sektöründe enerji verimliliğini artık yalnızca çevresel bir tercih olmaktan çıkarıp, stratejik bir gereklilik haline getiriyor. Daha az enerjiyle daha fazla ihtiyacı karşılayan teknolojiler, enerji tasarrufunu odağına alan ürünler ve sürdürülebilir üretim anlayışı bugün her zamankinden daha kritik.

Üzerimizde hissettiğimiz bir diğer sorumluluk ise, sürdürülebilirlik adına attığımız adımların yanı sıra, bu konudaki teknik bilgi ve birikimimizi de aktarmak. Idraulica'nın her sayısını enerji verimliliği odağında şekillendirmemizin nedeni de bu. Çünkü biliyoruz ki, enerji tasarrufu sağlamak yalnızca doğru ürünü tercih etmekle sınırlı değil; aynı zamanda o ürünün teknik kurulum ve kullanım detaylarını doğru şekilde yönetmek de büyük önem taşıyor.

Bu sayımızda da aynı yaklaşımı sürdürerek sizlere değerli içerikler sunmayı amaçladık. Katkılarından dolayı Elif Kır'a ve her yeni sayımızda yanımızda olan siz değerli okurlarımıza teşekkür eder, keyifli okumalar dilerim.

Ceren Ercan

*Genel Müdür Yardımcısı
Caleffi Türkiye*

© Telif Hakkı 2025 Idraulica Caleffi.

“Yayınlanması kararlaştırılan yazıların basılı ve her türlü elektronik ortamda tam metin olarak yayımlanması veya yeniden yayımlanması da dahil olmak üzere tüm yayın hakları Caleffi’ye aittir. Yazarlar gönderdikleri çalışmalarla ilgili tüm yayım (telif) haklarını Caleffi’ye devretmiş sayılırlar. Caleffi dergide bulunan içeriklerde haber vermeksizin değiştirme hakkına sahiptir.”

CALEFFİ TÜRKİYE
Şerifali Mah. Çetin Cad. Kızkalesi Sk.
Elite Plaza No: 1A/3 Ümraniye -
Tel. +90 (216) 313 2215
İSTANBUL
TÜRKİYE
info.tr@caleffi.com
www.caleffi.com

İÇİNDEKİLER

- 5 HAVADAN SUYA ISI POMPALARI: SİSTEM VERİMİ VE İYİLEŞTİRME
- 6 SİSTEM VERİMİ
- 6 BİNA DAĞILIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER
- 10 SİSTEM VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER
- 18 ISI POMPASI SİSTEMLERİNDE RADYATÖRLERİN KULLANIMI
- 20 KAZANDAN ISI POMPASINA DEĞİŞİM
- 20 GAZ KAZANI
- 21 2029: FOSİL YAKITLI KAZANLARIN SONU GELDİ Mİ?
- 22 ISI POMPASI
- 32 ISI POMPASININ KORUNMASI
- 33 ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE GLİKOL
- 35 ISI POMPASI SİSTEM DEVRELERİNDEKİ TEMEL CİHAZLAR
- 40 ATALETLİ HİDROLİK AYIRICI, 5485 SERİSİ
- 41 MÜSTAKİL BİR KONUT İÇİN ENERJİ İYİLEŞTİRME - UYGULAMA ÖRNEKLERİ
- 46 PROJE TASARIMINDAN UYGULAMAYA

HAVADAN SUYA ISI POMPALARI: SİSTEM VERİMİ VE İYİLEŞTİRME

Avrupa Birliği üye ülkelerinde uygulanan çeşitli önlemler (örneğin İtalya'daki İnşaat Vergi Teşvikleri) ve EPBD (Binalarda Enerji Performansı Direktifi) kapsamında, bina stokunun enerji verimliliğini artırmaya yönelik politikalar ön plandadır. Türkiye'de de benzer şekilde, Enerji Verimliliği Kanunu, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEPY) ve Enerji Kimlik Belgesi (EKB) uygulamalarıyla, yeni ve mevcut binalarda enerji performansının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır.

Isı pompası teknolojisi uzun süredir bilinmekle birlikte, özellikle son yıllarda artan enerji maliyetleri, karbon emisyon hedefleri ve devlet destekli teşvikler sayesinde kullanımında önemli bir artış gözlemlenmektedir. Özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde, enerji verimliliğini artırmaya yönelik en yaygın müdahalelerden biri, eski tip (konvansiyonel veya yoğuşmalı) kazanların ısı pompası sistemleriyle değiştirilmesidir.

Isı pompası sistemlerinin 2000'li yıllarda Türkiye'deki uygulamaları daha çok otel ve endüstriyel projelerle sınırlı kalmışken, 2010 sonrası müstakil konutlarda da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu süreçte özellikle yenilenebilir enerji

kaynaklarının kullanımını teşvik eden BEP Yönetmeliği'nde yapılan güncellemeler etkili olmuştur. Yönetmelik, merkezi sistemlerde yenilenebilir enerji kullanım oranlarını artırmayı ve yeni binalarda enerji sınıfını en az "C" seviyesine çıkarmayı zorunlu kılmıştır. 2020 sonrası dönemde ise Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Isıtma Sistemleri, özellikle havadan suya ısı pompaları, hem müstakil konutlarda hem de apartman tipi yapılarla daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Bu tercihin arkasında, sistemlerin yüksek verimlilikleri (COP değerleri), düşük işletme maliyetleri ve doğalgaz altyapısı olmayan bölgelerde çözüm sunabilme kabiliyetleri yer almaktadır.

Hibrit sistemler, yani kazan ve ısı pompasının bir arada çalıştığı çözümler de Türkiye'de ilgi görmektedir. Bu sistemler, enerji maliyetlerinin kontrolü, sistem güvenliği ve yüksek verimlilik amacıyla tercih edilmektedir. Bu bağlamda, by-pass vanası, buffer tank (denge tankı), manyetik tortu ayırıcı ve filtre gibi bileşenler, sistemin sürdürülebilir performansı açısından büyük önem taşımaktadır.

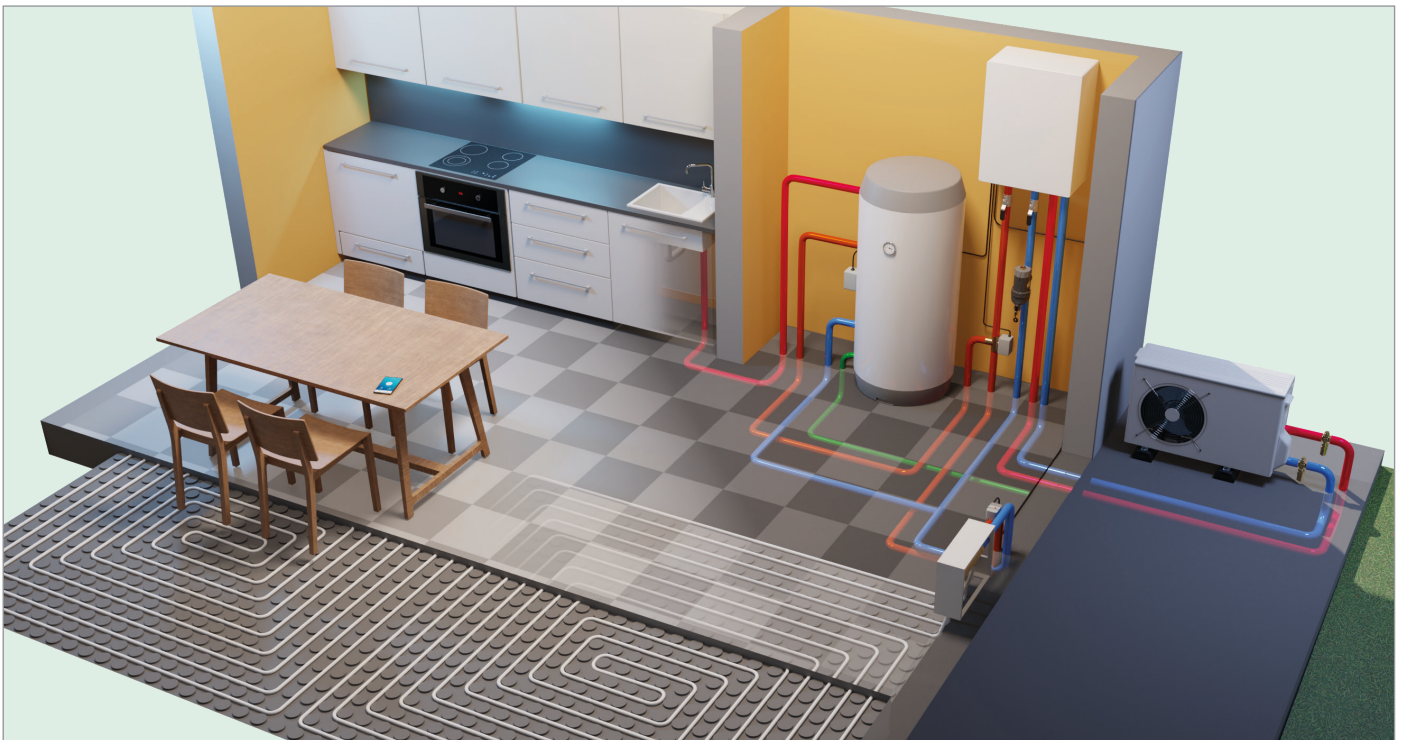
Idraulica'nın 7. sayısında farklı ısı pompası türlerinin avantaj ve dezavantajlarına

odaklandık ve "Bir ısı pompası kurulumu ne zaman gerçekten uygun maliyetlidir?" sorusunu yanıtlamaya çalıştık.

Idraulica 7'nin ilk bölümünde, bina dağılımını ve sistem verimini etkileyen faktörlere göz atıyoruz. Havadan suya ısı pompası sistemlerinin performansını en üst düzeye çıkarmak için izlenecek birkaç ipucu sunacak ve performanstaki temel farklılıkları açıklayacağız.

Derginin ikinci bölümünde, by-pass vanası, buffer tank, manyetik tortu ayırıcı ve filtre gibi temel bileşenleri vurgulamaya yardımcı olacak iki vaka çalışması üzerinden ısı pompası ve kazan sistemini iyileştirme örneklerini inceleyeceğiz.

Son olarak, üçüncü bölümde, müstakil bir evin kurulumunu inceleyeceğiz. Türkiye'de yap-sat projeleri ve müstakil konutlarda kompakt ısı pompası çözümleri giderek yaygınlaşmaktadır. Bu tip uygulamalar, küçük kapasiteli sistemlerle düşük karbon salımı hedefleyen kullanıcılar için ideal çözüm sunmaktadır. Özellikle güneş enerjisi sistemleriyle entegre edildiğinde, yıl boyu düşük maliyetli ve sürdürülebilir enerji tüketimi mümkün hale gelmektedir.



SİSTEM VERİMİ

Kış aylarında bir binada termal konfor, oda sıcaklığının belirli bir aralıkta (18-20 °C) tutulmasıyla sağlanır.

Bu sıcaklık, verilen ısı ile dağılan ısı arasındaki dengenin korunması durumunda muhafaza edilebilir. Verilen ısı dağıtılan ısıdan daha düşükse, iç mekan sıcaklığı düşecektir.

Enerji hesaplamalarında çoğu zaman göz ardı edilen bir faktör de sistemin kendisidir. Bu durum, ısı kaynağı, dağıtım ve emisyon gibi ana bileşenlerinin türünden çok, sistemin büyüklüğü ve kontrol şekline kaynaklanmaktadır.

Bina enerji tüketimini ve dolayısıyla enerji sınıflandırmalarını belirlemek için kullanılan yazılım, hesaplamaları basitleştirmek ve prosedürleri standartlaştırmak amacıyla tasarlanmıştır; bu nedenle tasarım ayrıntılarıyla ve her şeyden önemlisi doğru sistem yönetimiyle hiçbir ilgisi yoktur. Bu hesaplama yöntemleri genellikle hesaplanan enerji tüketimi ile binaların efektif tüketimi arasında daha da büyük tutarsızlıklara neden olmaktadır.

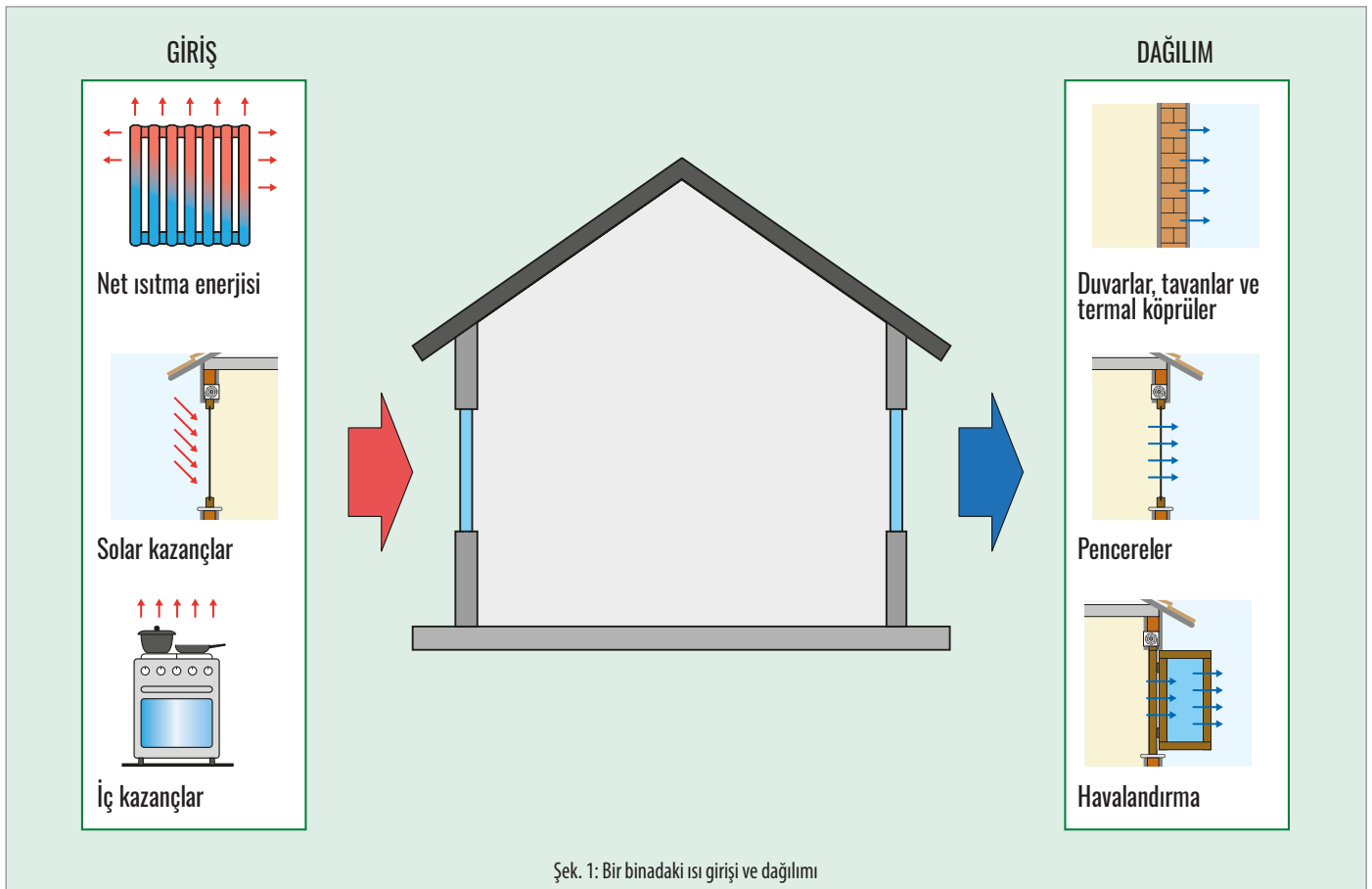
BİNA DAĞILIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Isıtılmış bir binadaki dağılım esas olarak aşağıdakilerden etkilenmektedir:

- Bina giydirmesinden (duvarlar, çatılar, zeminler, soğuk odalara veya dışarıya doğru) dağılım
- Pencereleden dağılım
- Havalandırma yoluyla dağılım (doğal veya cebri)

Isı dağıtımı (veya iç kazançlar) aşağıdaki yollarla sağlanır:

- Aydınlatma ve ev aletlerinden yayılan ısı
- Bina sakinlerinin neden olduğu ısı kaybı (iç kazançlar)
- Pencereleden ışıma yoluyla ısı transferi (solar kazançları)
- Oda ısıtma ve soğutma sistemleri üzerinden ısı transferi



DAĞILIM HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

Isıtma için gereken maksimum gücü hesaplamak için iki yöntem kullanılabilir:

1. Statik hesaplama
2. Dinamik hesaplama

Statik analiz, maksimum dağılım koşulları altında binanın "fotoğrafının çekilmesinden" oluşur, yani anlıktır. Başka bir deyişle, minimum dış tasarım sıcaklığı dikkate alınır ve binanın ısı dağılımını hesaplamak için kullanılır. Bu değer daha sonra sistemin maksimum ısıtma kapasitesini hesaplamak için kullanılır. Bu durumda, elektrik sistemlerinden, aşırı kalabalıktan veya ısımadan kaynaklanan serbest ısı kazançları, çok aralıklı oldukları için dikkate alınmaz.

Statik hesaplamanın aksine dinamik hesaplama, binanın zaman içinde gelişen termal dengesini dikkate alır. Başka bir deyişle, termal giriş ve dağılımın iç mekanlarda neden olduğu etkileri hafifletmek üzere bir binanın içeriden ısı depolama ve kaybetme kabiliyeti dikkate alınır.

Örneğin bir bina ısıtılmış ve duvarları ile sabit elemanlarında ısı depolanmışsa, dağılımdaki artış içerideki havaya doğru ısı transferini durdurur ve termal kaybı azaltır.

Kısacası, statik yöntem yalnızca tek bir anı analiz ederken, dinamik yöntem olgunun tüm bağlamını dikkate alır. Dolayısıyla statik hesaplama, çok daha basit olma avantajına karşın, dinamik hesaplama kıyasla sınırlıdır.



Şek. 2: Statik analiz - zaman içindeki gelişimi dikkate almaz



Şek. 3: Dinamik analiz - zaman içindeki gelişimi dikkate alır

Statik analiz, çim üzerindeki bir top fotoğrafına benzetilebilir (Şekil 2). Bize topun çekildiği andaki konumunu gösterir ancak olası hareket hakkında hiçbir şey anlatmaz. Önceki durağan görüntülerin analizinden topun hareketi kolayca tahmin edilebilir: dinamik analizin amacı ise tam olarak topun süreçteki hareketini izleyebilmektedir. (Şekil 3).

Bina dağılımına geri dönecek olursak, hesaplanması çok daha zor olsa da, binanın ataletinin iç sıcaklığındaki değişimi nasıl etkilediğine ilişkin faydalı bilgiler verebileceğinden dinamik bir analiz avantajlı olabilir.

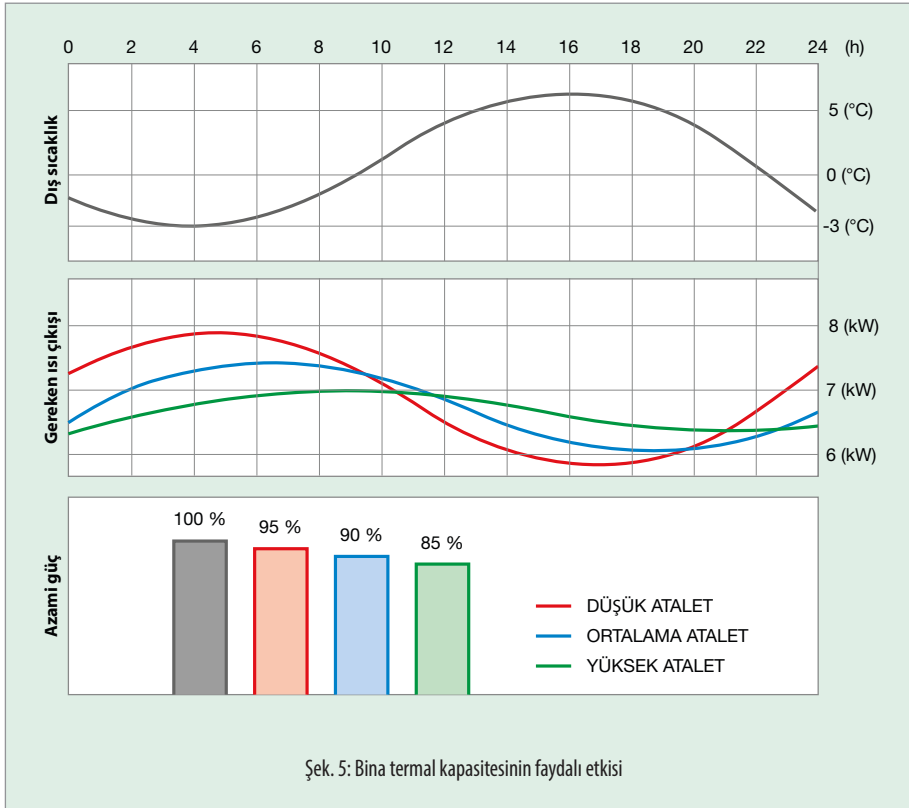
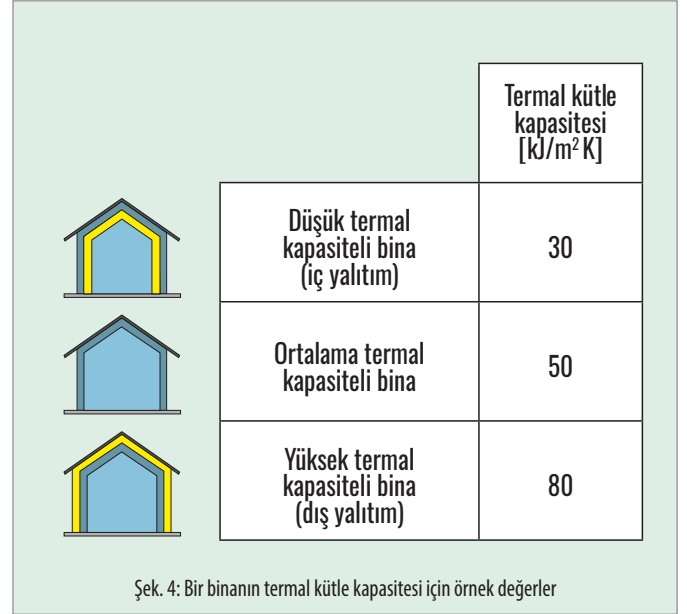
Bu özellikle aşağıdakiler açısından yararlıdır:

1. Binanın azami gücünü hesaplamak
2. Depolama faktörünü hesaplamak, yani binanın ne ölçüde "termal depo" olarak kullanılabileceğinin tahmin edilmesi

AZAMI GÜÇ

En kötü dış sıcaklık koşulları altında bina dağılımı, ısı kaynağının maksimum veya azami gücünü belirlemek için kullanılır. Statik hesaplama bu boyutlandırmaya dayanır; öte yandan dinamik hesaplama ise binanın ısı depolama kabiliyetine, yani termal kapasitesine göre dış sıcaklığa bağlı olarak iç sıcaklığın gelişimini dikkate alır.

Termal kapasite genellikle bir gövdenin bir santigrat derecelik değişimde depolayabileceği veya kaybedebileceği ısı miktarı olarak ifade edilir; materyaller kütle birimi başına ölçülür. Dağıtıcı yüzeylerin hesaplanmasının daha hızlı olduğu konutlar için, yüzey birimleri cinsinden ifade edilir ve termal kütle kapasitesi olarak bilinmekte olup ölçüm birimi $[kJ/m^2 K]$ 'dir.



Bir binanın termal kapasitesi ne kadar yüksekse, dış sıcaklık değiştikçe ısıyı depolama, aynı zamanda serbest bırakma ve etkilerini azaltma kapasitesi de o kadar yüksektir. Bir başka ifadeyle, termal kapasite bir termal sönümleyici görevi görür.

Binanın azami gücünü hesaplamak için kullanabileceğimiz faydalı etki, Şekil 5'te özetlenmiştir. Bu şekilde, termal kapasite değiştiğinde binayı ısıtmak için gereken gücün etkisine ait simülasyon ve grafik yer almaktadır.

Azami gücün dinamik bir modele göre boyutlandırılması, ısı pompası sistemlerinde oldukça faydalıdır. Kazanların aksine, ısı pompası sistemlerinde yük nominal değerden saptığında sistem verimi önemli ölçüde değişir. Mevcut gerekliliklere kıyasla daha büyük seçilen bir ısı pompası, daha büyük bir ısı kaynağı ihtiyacına ve buna bağlı olarak artan satın alma ve işletme maliyetlerine yol açar; ayrıca sistem performansı da genellikle daha düşük olur.

DEPOLAMA FAKTÖRÜNÜN HESAPLANMASI

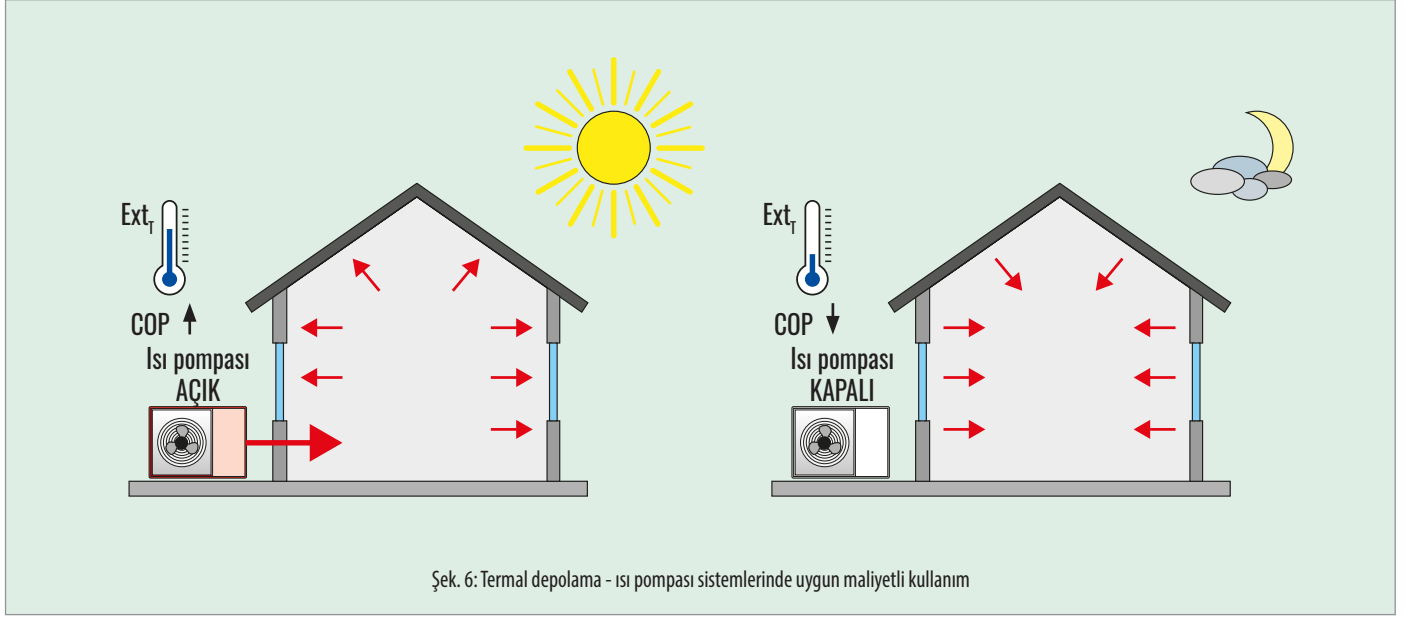
Daha önce de belirtildiği gibi, yüksek termal ataletle sahip binalar, gerçek birer enerji akümülatörü olarak değerlendirilebilir.

Gün içinde solar ısıma gibi serbest ısı kazançları, binanın yapısında depolanabilir ve dış sıcaklıkların düştüğü gece saatlerinde kullanılabilir.

Buna karşılık, düşük termal ataletle sahip binalarda solar ısıma, gündüz saatlerinde odaların aşırı ısınmasına neden olurken, bu kazanç kaybedildiğinde sıcaklıkta ani bir düşüş yaşanır. Bu durum, ısıtma sisteminin devreye girerek bu düşüşü telafi etmesini gerektirir ve bu da enerji tüketiminin artmasına yol açar.

Yüksek termal atalet, ısı pompası sistemlerinin verimliliğini artırmak için uygun bir şekilde kullanılabilir; bu sistemlerin performansı dış hava sıcaklığından güçlü bir şekilde etkilenir. Ayrıca performans, bu ısı kaynaklarının mümkün olduğunca geceleri çalıştırılmasıyla da artırılabilir; böylece daha yüksek dış sıcaklığa bağlı olarak ısının depolanması ve sonrasında geceleri serbest bırakılması sağlanır.

Eğer bina yalnızca bir ısı pompası değil, aynı zamanda bir fotovoltaik (güneş enerjisi) sistemiyle de donatılmışsa, yukarıda açıklanan yönetim stratejisinin etkinliği çok daha yüksek olacaktır.



Şek. 6: Termal depolama - ısı pompası sistemlerinde uygun maliyetli kullanım

	STATİK YÖNTEM			DİNAMİK YÖNTEM		
Hesaplama hızı	HIZLI					YAVAŞ
Azami güç hesaplaması		KABUL EDİLEBİLİR		DOĞRU		
Serbest kazançların değerlendirilmesi		KABUL EDİLEBİLİR		DOĞRU		

Tablo 1: Statik yöntemin dinamik yöntemle karşılaştırılması

SİSTEM VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

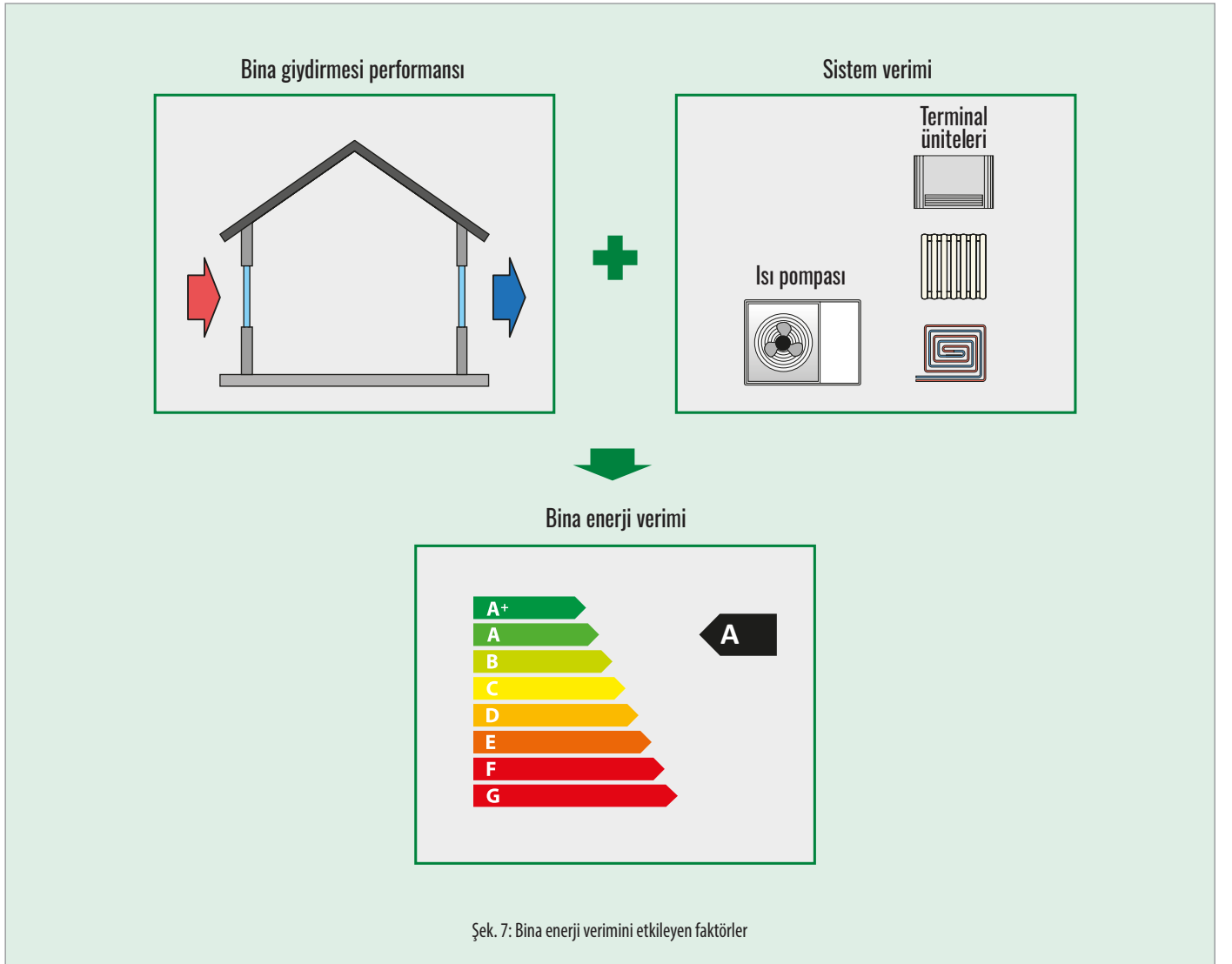
Binanın enerji tüketimini etkileyen iki faktör bulunmaktadır:

1. Bina kabuğunun (giydirmesinin) performansı: Yapının tutabildiği ve depolayabildiği ısı miktarına, solar ısıma kazançlarından ne ölçüde yararlanabildiğine ve hava sızdırmazlık düzeyine bağlıdır.

2. Sistem türü ve verimi: Isıtma sistemlerinin birincil enerji kaynaklarından ısıyı ne kadar verimli şekilde dönüştürüp binaya aktarabildiğiyle ilgilidir.

Birinci faktör, önceki bölümde ele alınmış ve özellikle bina kabuğunun ısı depolama kapasitesinin, sistem boyutlandırması ve genel verimliliğin artırılması açısından nasıl avantaj sağladığı açıklanmıştır.

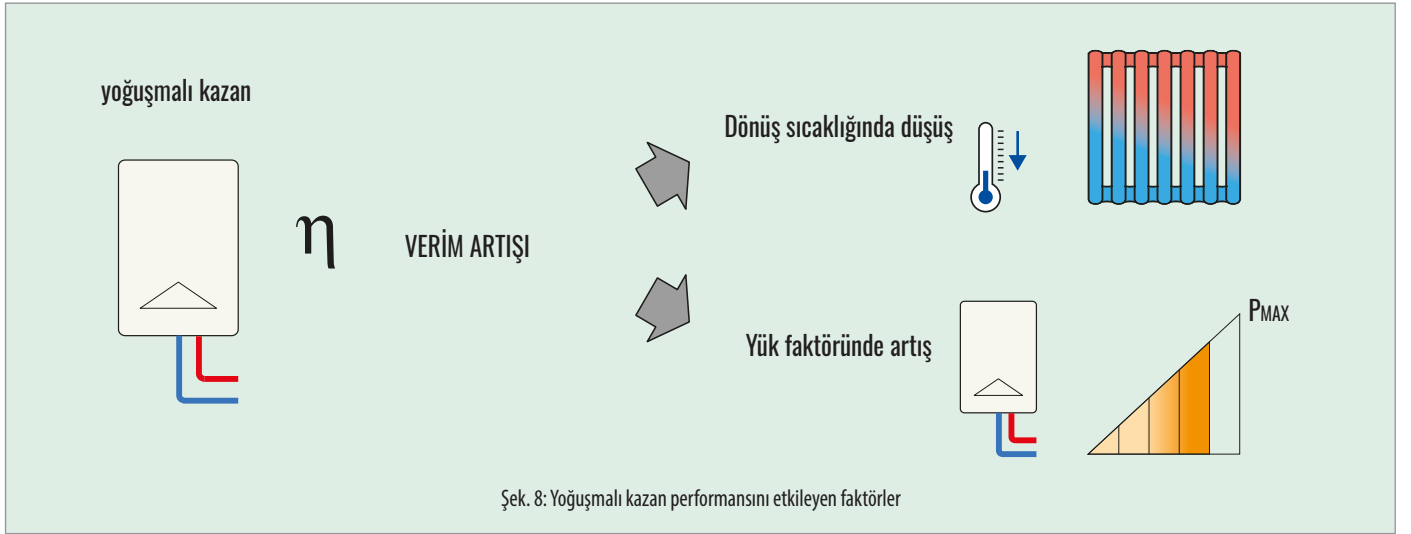
Bu bölümde ise, geleneksel bir ısı kaynağı (örneğin bir gaz kazanı) ile havadan suya tipi bir ısı pompası arasındaki verim farklarını ortaya koymak amacıyla ikinci faktöre odaklanacağız. Özellikle, yanlış bir ayar ya da hatalı boyutlandırmanın, ısı pompası sistemlerinde geleneksel sistemlere kıyasla çok daha büyük performans kayıplarına yol açabileceğini göstereceğiz.



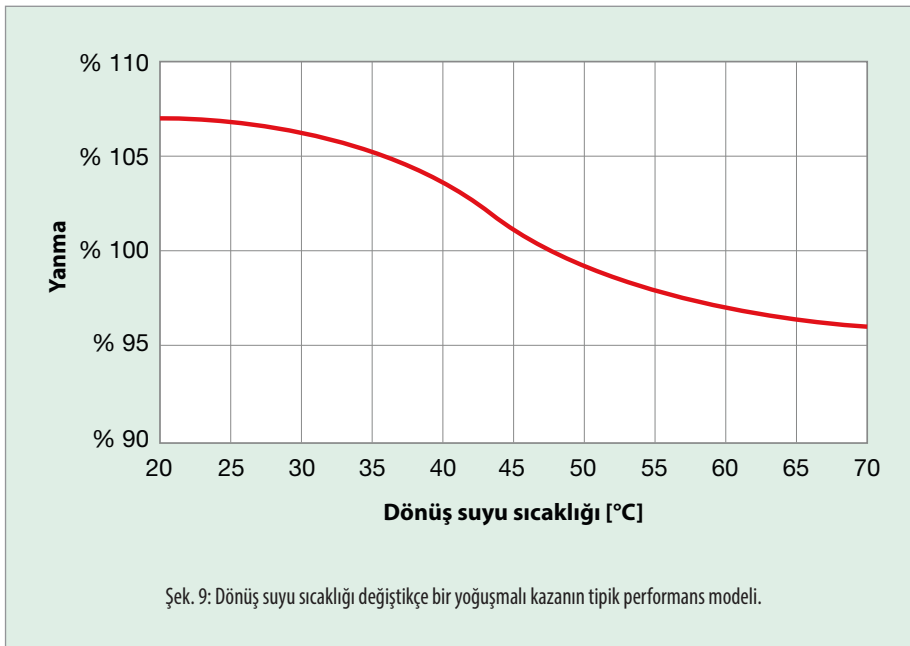
YOĞUŞMALI KAZAN PERFORMANSI

Gaz kazanları, yanmalı ısı kaynakları arasında geliştirilen ve kullanılan ilk sistemlerdendir. Bu uzun geçmiş, teknolojik açıdan olgunlaşmalarını sağlamış; yüksek güncellik, üstün kalite, istikrarlı performans ve güçlü güvenilirlik gibi avantajlarla birlikte geniş modülasyon aralıkları sunmalarına olanak tanımıştır. Özellikle gaz yoğuşmalı kazanların performansı, iki temel faktöre bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterebilir:

- Dönüş suyu sıcaklığı
- Kazan yük yüzdesi



Yoğuşmalı kazanlarda dönüş suyu sıcaklığı, yanma sırasında oluşan su buharının ne ölçüde yoğuşturulabileceğini ve dolayısıyla geri kazanılabilir gizli ısı miktarını doğrudan etkiler. Bu nedenle, bu sistemlerin verimliliğini artırmak için mümkün olan en düşük dönüş sıcaklığına sahip tesisatlar tasarlamak gerektiği yaygın olarak kabul edilen bir ilkedir. Ancak, Şekil 9'da görülebileceği üzere dönüş suyu sıcaklığındaki değişime bağlı olarak performans eğrileri analiz edildiğinde, kazan veriminin teorik maksimum değere göre yaklaşık %10 puanlık bir aralıkta değişebildiği gözlemlenmektedir.



Benzer şekilde, yük değişiminin kazan performansı üzerindeki etkisini incelediğimizde (bkz. Tablo 2), bu değişkenin özellikle ev tipi ısı kaynaklarında performansa yalnızca %2–3 puanlık sınırlı bir etki yaptığı görülmektedir.

Bununla birlikte, bu cihazların dikkat çeken bir diğer önemli özelliği ise, nominal gücün %10'una kadar düşebilen minimum çıkış seviyeleriyle son derece geniş bir modülasyon aralığına sahip olmalarıdır. Bu özellik, sistemin farklı yük koşullarına yüksek verimlilikle uyum sağlamasına olanak tanır.

Dönüş T	η [%] MIN P'de	η [%] MAKS. P'de
60 °C	95,5	97,5
40 °C	107	107,5

Tab. 2: Salınan güç değiştiğinde yoğuşmalı kazanda tipik performans değişimi

Bu nedenle gaz kazanları, dönüş suyu sıcaklığı ve yük faktörü değişikliği olduğunda %12-15 aralığında verimliliği değişen cihazlardır.

YOĞUŞMALI KAZANA SAHİP SİSTEMLERİNİN PERFORMANSINI MAKSİMİZE EDECEK İPUÇLARI

Tüm sistemlerde olduğu gibi, performansı maksimize etmek için gereken ipuçları iki kategoriye ayrılabilir:

- Doğru ısı kaynağı seçimi ile dağıtım ve emisyon sistemlerini kapsayan tasarım müdahaleleri
- Doğru sistem ayarı ve kullanımını kapsayan operasyonel müdahaleler

TASARIM İPUÇLARI

Yoğuşmalı kazan içeren sistemlerde tasarım müdahaleleri, yüklem uyumlu doğru kapasitede kazan seçimini ve gereksiz aşırı boyutlandırmadan kaçınılmasını içermelidir. Aynı zamanda, kazan dönüş sıcaklığını minimumda tutmak için uygun dağıtım ve emisyon sistemlerinin seçimine özen gösterilmelidir. Bu hedefe ulaşmak için tercih edilebilecek tasarım yaklaşımları şunlardır:

- Düşük sıcaklıkta çalışan radyant (yerden ısıtma) sistemlerinin kullanılması
- Ortalama su sıcaklığı 50 °C olan radyatör sistemlerinin tasarlanması

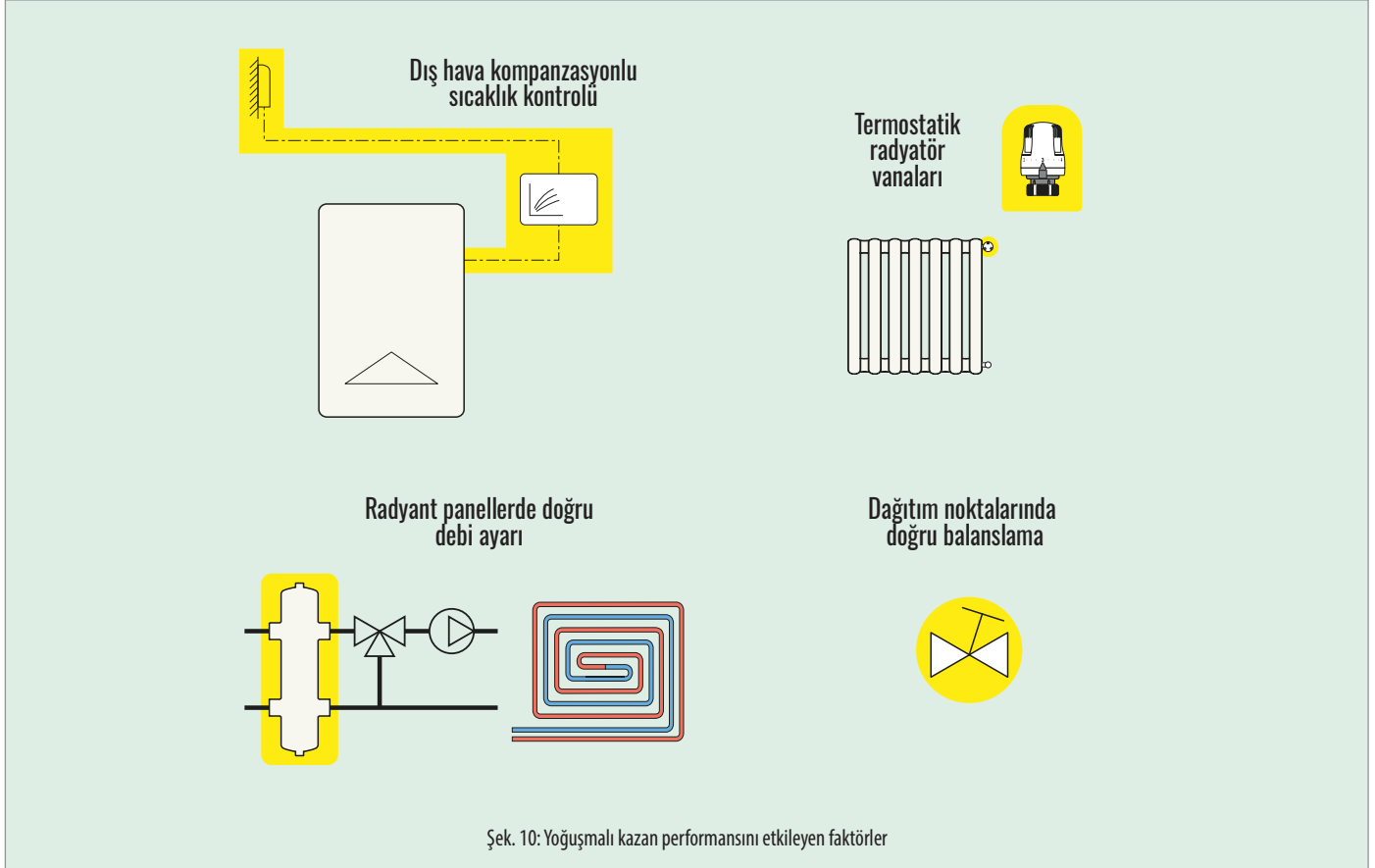
- Yüksek termal gradyanlara sahip radyatör sistemlerinin doğru boyutlandırılması

- Radyatörlerde termostatik vanaların kullanılması

OPERASYONEL İPUÇLARI

Yoğuşmalı kazanlardan en yüksek verimin alınabilmesi için uygulanması gereken başlıca işletme ayarları şunlardır:

- Dış hava sıcaklığına göre dengelenmiş kazan çıkış sıcaklığı ayarı yapılması
- Radyant panellerin primer devresinde hem sıcaklık hem de debinin optimize edilmesi
- Termostatik vanaların, kullanıcı konforunu sağlayacak en düşük seviyede hassas şekilde ayarlanması
- Dağıtım sistemlerinde doğru hidronik dengelemenin (balanslama) sağlanması



Şek. 10: Yoğuşmalı kazan performansını etkileyen faktörler

HAVADAN SUYA ISI POMPALARININ PERFORMANSI

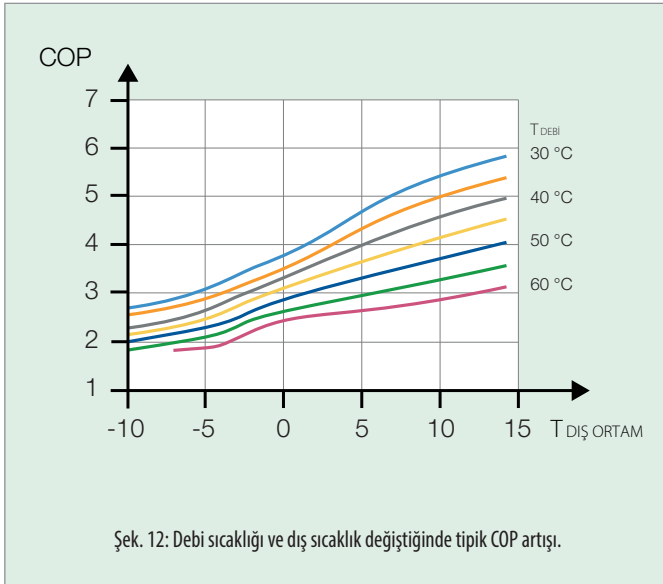
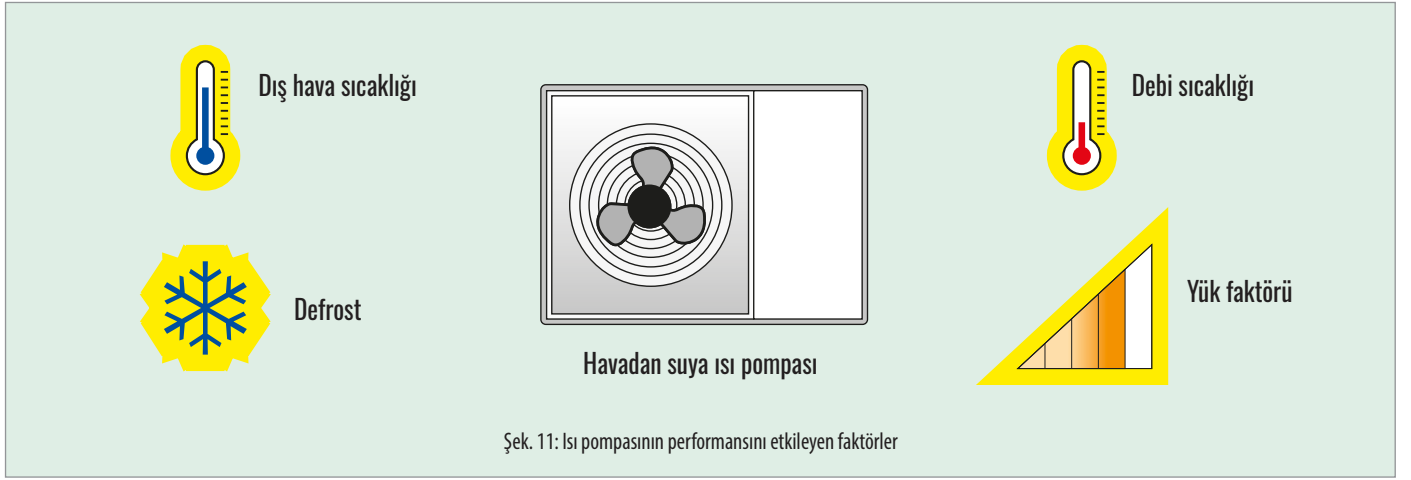
Havadan suya ısı pompalarının performansı özellikle 4 faktörden etkilenmektedir:

1. Dış hava sıcaklığı
2. Debi sıcaklığı

3. Defrost

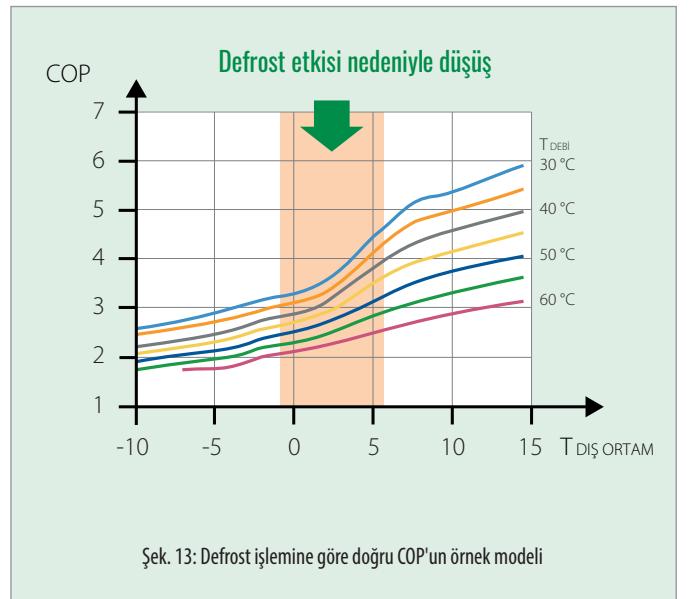
4. Yük faktörü

Sıcak ve soğuk kaynak sıcaklığı olarak da adlandırılan ilk iki faktör, ısı pompası COP değerini doğrudan etkiler ve modelleri Şekil 12'deki grafikte gösterilmiştir.

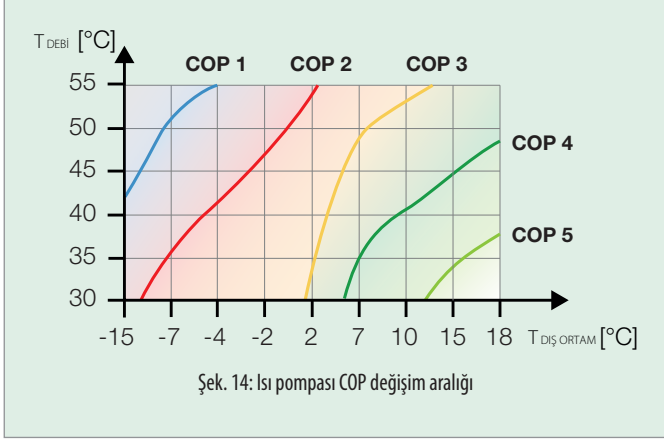


Isı pompalarında, evaporatör ısı eşanjörlerini havadaki su buharının donması sonucu oluşan buzdan (don) arındırmak için defrost işlemi gereklidir. Bu olay hava sıcaklığı ve bağıl neme bağlıdır. Havadaki bağıl nem oranı % 80'i aştığında ve sıcaklık 3-4 °C olduğunda (sisli koşullar) zirveye ulaşır.

Defrost prosedürü ısı pompası performansını düşürür, çünkü defrost işlemi için eşanjör bataryalarının üretilen yararlı ısıyı uzaklaştırması gerekir, bu da enerji israfına neden olur. Üreticiler, dış ortam hava koşulları don oluşumunu kolaylaştırdığında bir bükülme ile doğru COP eğrileri sunar (bkz. Şekil 13).



Bir ısı pompasının COP modelini analiz edersek, bunun minimum 1,5 ile maksimum 5 arasında nasıl değiştiğini görebiliriz. Şekil 14'teki grafik bu değişkenliğin basit bir göstergesini sunmaktadır.



Yük faktörünün performans üzerindeki etkisini değerlendirirken, havadan suya çalışan iki farklı ısı pompası türünü ayırt etmek önemlidir:

- Aç-kapa (on-off) ısı pompaları: Sabit güçte çalışan ve kapasiteyi açma/kapama döngüleriyle ayarlayan sistemlerdir.
- Oransal (invertör kontrollü) ısı pompaları: Kompresör ve fan hızını değiştirerek üretilen ısıyı sürekli modüle edebilen, değişken kapasiteli sistemlerdir.

Kompresörlü sistemlerde her başlatma döngüsü bazı enerji kayıplarına neden olur. Bu kayıplar:

- Yüksek başlangıç akımları nedeniyle motorun daha fazla güç tüketmesi,
- Soğutucu akışkanın düşük basınç bölgesinden yüksek basınç bölgesine geçişi,
- Evaporatör ve kondenserin hedef sıcaklıklara ulaşması için gereken geçici yanıt süresi gibi faktörlerden kaynaklanır.

On-off sistemlerde bu döngüler sıklaştıkça toplam verimlilik düşer. Dolayısıyla, yük faktörü azaldığında on-off ısı pompalarının performansı belirgin şekilde azalır.

Buna karşılık, oransal ısı pompaları gücü sürekli olarak ayarlayabildikleri için düşük yük koşullarında çok daha stabil ve yüksek verimle çalışabilirler.

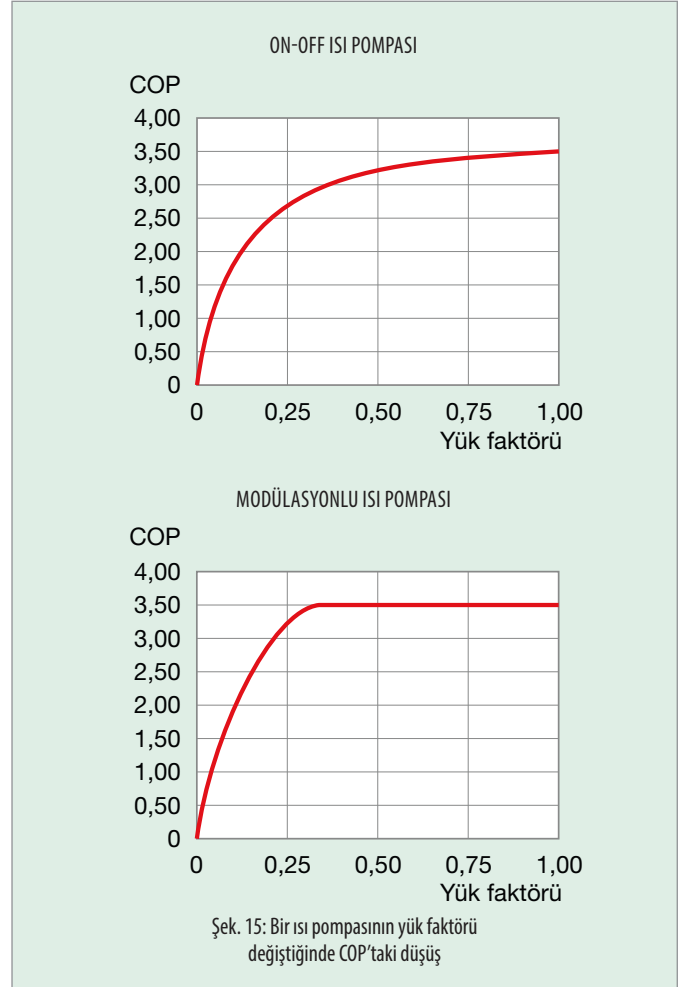
Bu sistemler genellikle nominal güçlerinin 1/3'üne hatta 1/4'üne kadar modülasyon yapabilir. Ancak bu alt sınır şu iki temel kısıtlamayla belirlenir:

- Elektrik motorlarının aşırı ısınmasını önlemek amacıyla minimum frekansın altına inilmemesi gerekir.
- Kompresörlerin yeterli yağlama sağlayabilmesi için minimum devir hızının korunması şarttır.

Sonuç olarak, oransal cihazlar düşük yüklerde performans avantajı sağlarken, aç-kapa sistemler bu koşullarda verim kaybına uğrar.

Her iki sistemde de yük faktörüne bağlı performans değişiminin örnek eğrileri Şekil 15'te gösterilmektedir.

Günümüzde neredeyse tüm havadan suya ısı pompası üreticileri, bu avantajlar nedeniyle oransal (invertörlü) modeller sunmaktadır.



HAVADAN SUYA ISI POMPALI SİSTEMLERİN PERFORMANSINI MAKSİMİZE EDECEK İPUÇLARI

Havadan suya ısı pompalarının hem tasarımı hem de doğru kullanımına ilişkin ipuçları, bu cihazların performansını maksimize eder.

TASARIM İPUÇLARI

Isı pompası sistemlerinde yüksek verimlilik sağlamak için öncelikle tasarımcının kontrol edebileceği temel parametreler olan yük faktörü ve debi sıcaklığı üzerinde dikkatle çalışılması gerekir. Isı pompalarının, özellikle gaz kazanlarına kıyasla aşırı boyutlandırılmaya karşı daha hassas olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, cihaz gücünün statik analizle belirlenen maksimum ısı yüküne çok yakın, ancak biraz daha düşük olacak şekilde seçilmesi genellikle daha verimli sonuçlar verir.

Debi sıcaklığının düşük tutulması da sistemin performansı açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, radyant (yerden ısıtma) sistemler, ısı pompaları için en uygun emisyon seçeneği olarak öne çıkar. Ek olarak, daha düşük borulama merkez mesafeleri kullanmak ve yüksek sıcaklıkta çalışan entegre havlu radyatörlerden kaçınmak gibi basit tasarım önlemleri de verimliliği artırabilir.

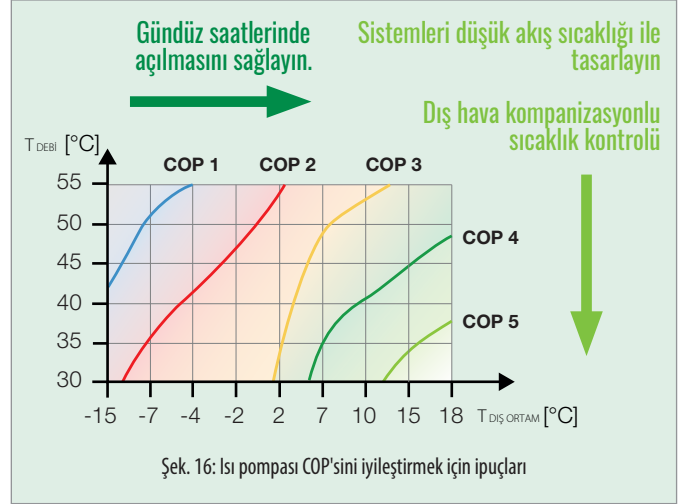
Mevcut radyatörlü sistemlerin ısı pompalarıyla iyileştirilmesi durumunda, ısı pompasının sağlayabileceği maksimum sıcaklığın mevcut radyatör ısı ihtiyacını karşılayıp karşılamadığı kontrol edilmelidir. Yetersizlik durumunda, radyatör yüzey alanı artırılarak sistem sıcaklığı düşürülebilir ve verimlilik yükseltilir.

Isı pompalı radyatör sistemlerinin tasarım aşamasında genellikle göz ardı edilen bir diğer husus da dağıtımdır: yoğunlaşmalı kazana sahip sistemlerin aksine, ısı pompalı sistemlerde daha yüksek bir ortalama radyatör çalışma sıcaklığı elde etmek için radyatör sıcaklık farkının mümkün olduğunca en aza indirilmesi gerekir. Örneğin, 50 °C akış sıcaklığı ve 10 °C sıcaklık farkı ile tasarlanmış bir radyatör sistemi, ortalama 45 °C radyatör sıcaklığına sahip olacaktır; aynı sistem 4 °C sıcaklık farkı ile tasarlanabilir, bu da akış sıcaklığını 47 °C'ye düşürecek ve ısı pompasını daha verimli hale getirecektir.

OPERASYONEL İPUÇLARI

Isı pompalarının performansını tanımlayan COP (performans katsayısı), çalışma koşullarına göre büyük oranda değişkenlik gösterir. Bu nedenle doğru sistem ayarları ve işletme stratejileri, verimli bir tasarım kadar önemli hale gelir.

Sistem ayarları, yalnızca debi sıcaklığı ve yük faktörü gibi doğrudan kontrol edilebilir parametrelerin optimize edilmesini değil, aynı zamanda tasarım dışı değişkenler olarak kabul edilen dış hava sıcaklığı ve defrost döngülerinin de belirli ölçüde kontrol altına alınmasını mümkün kılar.



Şek. 16: Isı pompası COP'sini iyileştirmek için ipuçları

Isı pompası debi sıcaklığını optimize etmek için şu ayarlamalar önerilir:

1. Dış hava sıcaklığına göre kompanzasyon eğrisi kullanmak ve sabit debili emisyon sistemleriyle birlikte debi sıcaklığını otomatik ayarlamak.
2. Hidrolik ayırıcı kullanılan sistemlerde, primer devre debisinin sekonder devre debisinden yüksek olacak şekilde dengelenmesini sağlamak.

Yük faktörünü maksimize etmek ve sık açma-kapama salınımlarını önlemek amacıyla oda termostatlarının ısı talebini daha uzun süre koruyacak şekilde ayarlanması önemlidir. Diğer bir önemli strateji ise, ılıman iklim koşullarında, ısı pompasının günün belirli saat dilimlerinde kesintisiz çalışması ve kalan sürede tamamen kapalı kalması verimliliği artırabilir.

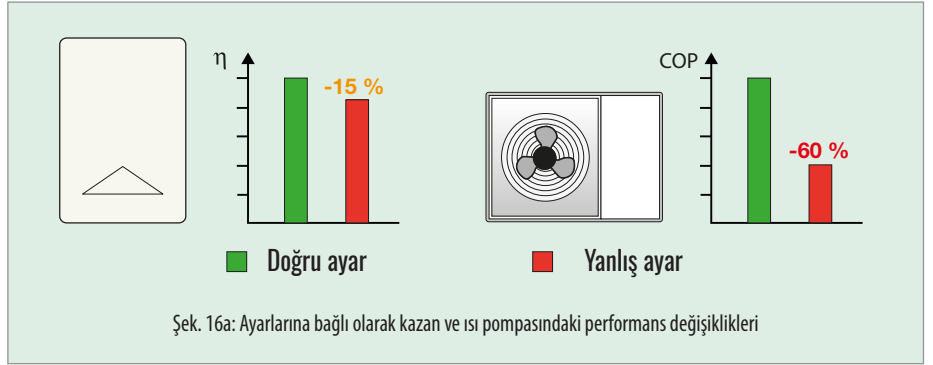
Isı pompası performansını artırmak için, sistemin özellikle gece yarısı ve sabahın erken saatlerinde çalıştırılmasından kaçınılması önerilir. Çünkü bu zaman dilimlerinde dış hava sıcaklığı en düşük seviyededir ve bağıl nem yüksektir; bu da defrost (buz çözme) döngülerini artırarak verimi düşürür. Bu strateji, bina ısı yükünün düşük olduğu durumlarda ve iyi ısı depolama kapasitesine sahip yapılarda daha kolay uygulanabilir.

BİR GAZ KAZANI SİSTEMİ İLE BİR HAVADAN SUYA ISI POMPASI SİSTEMİNİN PERFORMANSI ARASINDAKİ TEMEL FARKLAR

Önceki paragraflarda da vurgulandığı gibi, bir ısıtma sisteminin performansı büyük ölçüde doğru tasarım ve uygun işletme ayarlarına bağlıdır. Ancak, gaz yoğuşmalı kazan sistemleri ile havadan suya ısı pompası sistemleri arasında bu bağlamda önemli farklar bulunmaktadır. En temel fark, ısı pompalarının performansının tasarım ve işletme koşullarına çok daha hassas olmasıdır.

Örneğin, hatalı tasarlanmış ve yetersiz yönetilen bir gaz yoğuşmalı kazan sistemi, aynı kazan türünün doğru boyutlandırılmış ve optimize edilmiş bir versiyonuna göre en fazla %15 civarında performans kaybı yaşayabilir. Bu fark, enerji israfına neden olur ve kaçınılmalıdır, ancak ısı pompası sistemlerinde yanlış ayar yapılmasıyla oluşabilecek performans kaybına kıyasla çok düşüktür.

Buna karşılık, havadan suya ısı pompalarında durum çok daha kritiktir. Aynı model bir ısı pompası, uygun olmayan tasarım ve ayarlar nedeniyle ideal performansının yarısına veya üçte birine kadar düşebilir. Bu yüksek performans dalgalanması, enerji tüketiminde ciddi artışlara yol açmakta ve bina enerji sınıflandırmalarında öngörülen değerlerin pratikte tutturulamamasına neden olmaktadır. Bu durum, son kullanıcı açısından memnuniyetsizlik ve sözleşmesel ihtilaflara zemin hazırlayabilmektedir.



SOĞUTUCU GAZLAR R410A - R32 - R290

Isı pompalarında kullanılan soğutucu gazlarla ilgili spesifikasyonların ve sorunların değişimine ilişkin bir inceleme yapalım. Piyasaya çıkan yeni ısı pompalarında, popüler hale gelen ve yaygın olarak R290 olarak bilinen Propan gazının özelliklerini daha ayrıntılı incelemek için bazı kavramlara bir kez daha göz atalım.

1980'li yılların başında, yasa koyucular ozon tabakasını incelten maddelerin (örneğin CFC'ler ve HCFC'ler) kullanımını sınırlamak amacıyla, yerine hidroflorokarbon (HFC) gazlarını önermiştir.

Ancak zamanla HFC'lerin de güçlü sera gazları olduğu ve küresel ısınma üzerinde önemli bir etki yarattığı anlaşılmıştır. Günümüzde, HFC'lerin en yoğun kullanıldığı sektörlerin başında soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası sistemleri gelmektedir; bu sektör, Avrupa Birliği'ndeki toplam HFC emisyonlarının yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır.

Söz konusu sektör, küresel ölçekte hızla büyümektedir. Hava ısıtma, soğutma, dondurma ve ısı pompası sistemlerinin toplam sayısının 2050 yılına kadar dünya genelinde 1,6 milyardan 5,6 milyara çıkması beklenmektedir. Sadece Avrupa'da, ısı pompası ünitelerinin sayısının 2025 yılı sonuna kadar iki katına çıkacağı öngörülmektedir.

Farklı sera gazlarının küresel ısınmaya etkisini karşılaştırmak için Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) adı verilen boyutsuz bir parametre kullanılmaktadır. GWP, belirli bir gazın sera etkisinin, aynı kütledeki karbondioksit (CO₂) göre ne kadar güçlü olduğunu gösterir. Bu ölçüm, soğutucu akışkanların çevresel etkisini değerlendirmede kritik bir göstergedir.

SOĞUTUCU	YOĞUNLUK (25 °C'de kg/m ³)	TİP	KÜRESEL ISINMA POTANSİYELİ
R744 (CO ₂)	1,8	Doğal	1
R410A	1061	HFC	2088
R32	961	HFC	675
R290	493	Doğal	3

Tablo 3: Soğutucu gaz spesifikasyonları

Ozon tabakasına zarar vermemelerine rağmen, hidroflorokarbon (HFC) gazları güçlü sera etkileri nedeniyle iklim değişikliğine önemli ölçüde katkıda bulunur. Örneğin, atmosfere salınan bir kg R410A (yaygın kullanılan bir HFC), sera etkisine 2.088 ton CO₂ ile aynı katkıyı sağlar.

Bu bağlamda, 517/2014 sayılı AB Yönetmeliği, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarında %79 oranında azalma hedeflemektedir. Bu hedef, 2009-2012 yılları arasındaki ortalama emisyon düzeyleri referans alınarak belirlenmiştir. Yönetmelik kapsamında, HFC'lerin CO₂ eşdeğeri cinsinden kademeli olarak azaltılması ve düşük GWP'ye sahip alternatiflerin teşvik edilmesi gibi bir dizi düzenleyici önlem devreye alınmıştır.

Bu doğrultuda, soğutma sektöründe doğal bir soğutucu akışkan olan ve çok düşük bir GWP değerine sahip olan propan (R290) kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak propan, ISO 817:2014 standardına göre A3 sınıfında yer almakta olup, yüksek yanıcılığa sahip bir soğutucu akışkandır (bkz. Şekil 17). Bu nedenle dikkatli kullanılmalı ve uygun güvenlik standartlarına göre sistem tasarlanmalıdır.

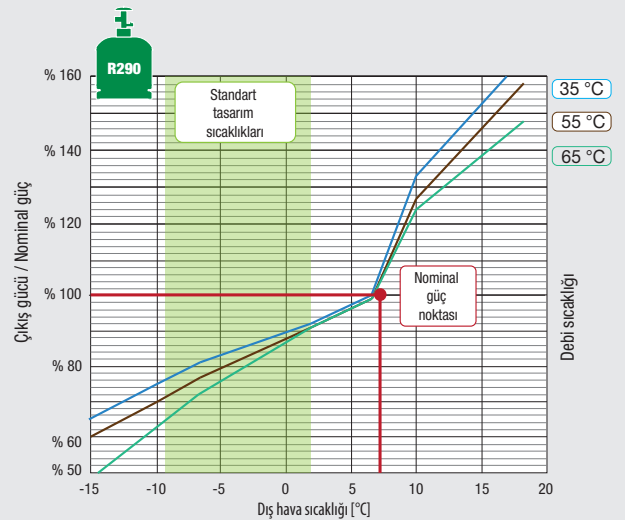
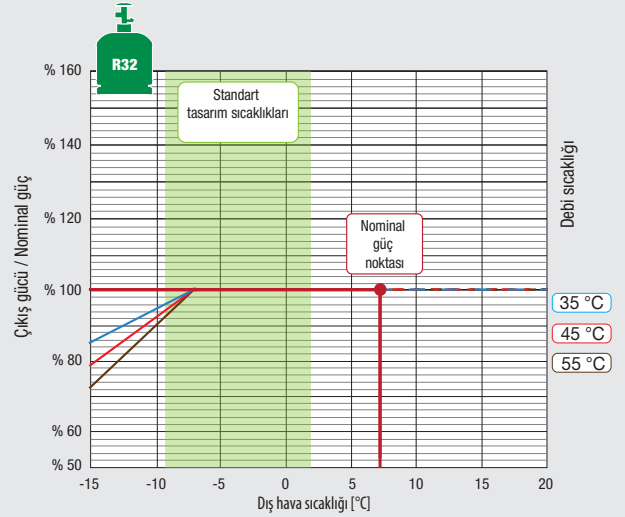
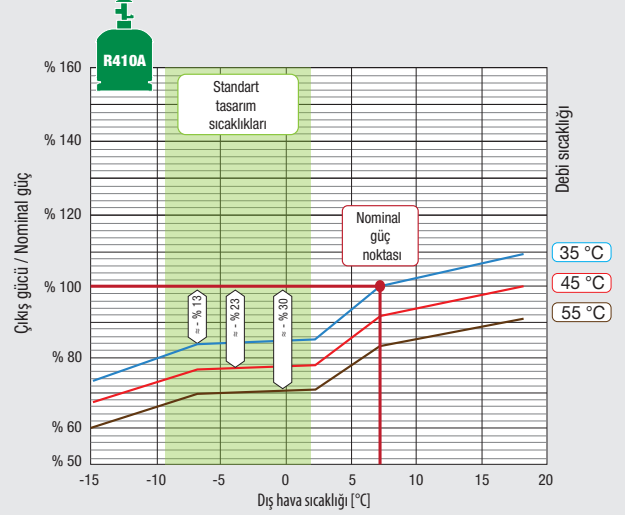
YANICILIK SEVİYESİ	SON DERECE YANICI	A3 R290 (Propan)	B3
	YANICI	A2	B2
	DÜŞÜK YANICILIK	A2L R32	B2L R717 (Amonyak)
	ATEŞE DAYANIKLI	A1 R22 - R134a R410A - R744	B1
		DÜŞÜK TOKSİSİTE	YÜKSEK TOKSİSİTE
		TOKSİSİTE SEVİYESİ	

Şek. 17: Soğutucu gaz güvenlik sınıflandırması

Isı pompalarının performansı kullanılan soğutucu akışkana bağlı olarak farklılık göstermektedir. R410A ile çalışan sistemlerde ısıtma kapasitesi, dış hava sıcaklığı ve talep edilen akış suyu sıcaklığına bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterir. Bu durum, özellikle dış hava sıcaklıklarının düşük olduğu koşullarda sistem verimliliğinin azalmasına neden olabilir.

Ancak R32 gazı ile çalışan ısı pompaları, dış ortam sıcaklığı veya akış suyu sıcaklığı gibi çevresel faktörlerden neredeyse hiç etkilenmez. Bu sistemlerde ısıtma kapasitesi, dış hava sıcaklığı -5 °C ile -7 °C arasına ulaşana kadar neredeyse sabit kalır.

Doğal bir soğutucu olan R290 (propan), verimlilik ve sürdürülebilirlik avantajlarının yanı sıra, 65 °C'ye kadar çıkabilen debi sıcaklıklarında bile ısıtma kapasitesinden neredeyse hiç ödün vermez. Ancak R410A gibi, dış ortam sıcaklıklarındaki değişimlere karşı belirgin performans dalgalanmaları gösterebilir. Bu nedenle R290'ın kullanıldığı sistemlerde tasarım, sıcaklık aralıklarına göre optimize edilmelidir.



Şek. 18: Üç soğutucu gaz için ısı pompası tarafından salınan güç modeli

ISI POMPASI SİSTEMLERİNDE RADYATÖRLERİN KULLANIMI

Isı pompalı sistemler, geleneksel kazanlı sistemlere kıyasla daha düşük ortalama ısıtma akışkanı sıcaklıklarında çalıştıkları için, mevcut radyatörlü sistemlerin yeniden değerlendirilmesini gerektirir. Bu durum, radyatörlerden yayılan ısı miktarında azalma anlamına gelir ve sistem tasarımcılarının bu farkı göz önünde bulundurması büyük önem taşır.

Kazanlı bir ısı kaynağının, ısı pompası ile değiştirilmesi durumunda, her bir radyatörün düşük sıcaklıkta sağlayabileceği ısı çıkışı yeniden hesaplanmalıdır. Bu hesaplama, Denklem 1 ile yinelemeli bir yaklaşımla yapılabilir.

$$Q = B \cdot (T_m - T_a)^n \quad (\text{Denklem 1})$$

Burada: **Q** = radyatör ısıtma kapasitesi, [W]
B = her radyatör için sabit, [W/°Cⁿ]
T_m = ısıtma akışkan ortamının ortalama sıcaklığı, [°C]
T_a = ortam sıcaklığı, [°C]
n = radyatörün spesifik katsayısı
el = eleman/dilim

Öte yandan, sistemin genel karakteristiklerini dikkate alan daha pratik bir alternatif yöntem olan Denklem 2 kullanılabilir. Denklem 2'de, radyatör eleman sayısı, nominal sıcaklık farkı (ΔT_{nom}), her elemanın kapasitesi (Q_{el}) ve radyatöre özgü katsayı (n) dikkate alınarak, istenilen ısıtma yükünü karşılayacak minimum ortalama akışkan sıcaklığı belirlenebilir.

$$Q = B \cdot (T_m - T_a)^n \rightarrow \frac{Q_{nom}}{Q} = \frac{B(T_{mnom} - T_a)^n}{B(T_m - T_a)^n} \rightarrow \left(\frac{Q_{nom}}{Q} \right)^{1/n} = \frac{\Delta T_{nom}}{T_m - T_a} \rightarrow$$
$$T_m = \left(\frac{Q_{nom}}{Q} \right)^{-1/n} \cdot \Delta T_{nom} + 20 \quad (\text{Denklem 2})$$

ÖRNEK

650 mm uzunluğunda 20 radyatöre sahip 3 kolonlu boru dağıtımına sahip radyatörle ısıtılan, 800 W dağılımlı bir oda için minimum ortalama tasarım sıcaklığını hesaplayalım.

Veriler:

$$Q_{loc} = 800 \text{ W}$$

Radyatörün her bir elemanı (dilim) için aşağıdaki veriler varsayılabilir:

$$Q_{el} = 65,2 \text{ W}; n = 1,29; \Delta T_{nom} = 50 \text{ °C}; nr. \text{ el.} = 20$$

70 °C'lik ortalama akışkan sıcaklığındaki radyatör nominal gücünü hesaplamak için radyatör verilerini kullanabiliriz (50 °C ΔT_{nom} ile 20 °C ortam sıcaklığı)

$$Q_{nom} = Q_{el} \cdot nr. \text{ el.} = 65,2 \cdot 20 = 1304 \text{ W}$$

Sonuç olarak, dikkate alınan oda ve radyatör sıcaklığı minimum ortalama tasarım sıcaklığına eşittir:

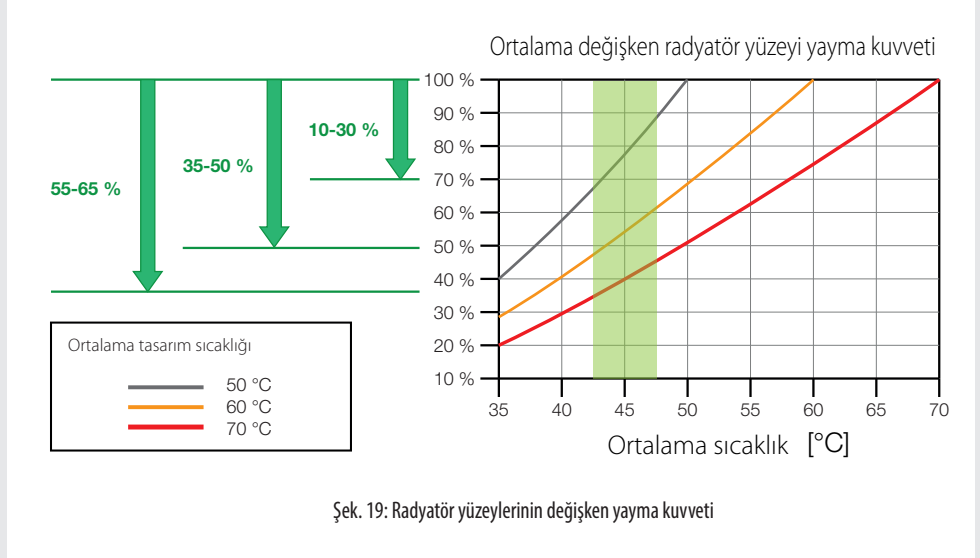
$$T_m = (1304/800)^{(1/1,29)} \cdot 50 + 20 = 54,2 \text{ °C}$$

Örneğin, 800 W'lık bir ısı ihtiyacı olan bir oda için 20 elemanlı, üç sütunlu bir radyatör kullanıldığında ve her elemanın nominal kapasitesi 65,2 W kabul edildiğinde, minimum ortalama tasarım sıcaklığı 54,2 °C olarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar, sistemin maksimum yük koşullarında akış-dönüş sıcaklıklarının ölçülmesiyle deneysel olarak da doğrulanabilir.

Termostatik vanalarla donatılmış ve iyi ayarlanmış sistemlerde ise gerçek ortalama sıcaklık, bu hesaplamalara oldukça yakın olacaktır ve tasarım sürecinde referans değer olarak güvenle kullanılabilir.

Bir sistemin minimum ortalama tasarım sıcaklığı, ısı pompasının teknik sınırları dâhilinde sağlayabileceği maksimum sıcaklıktan daha yüksekse, sistem performansının sürdürülebilirliği açısından düzeltici önlemler alınması gerekir.

Bu durumun analizine yardımcı olmak amacıyla, Şekil 19'da radyatörlerden yayılan gücün, ortalama sistem sıcaklığına bağlı olarak nasıl değiştiğini gösteren bir grafik sunulmuştur. Bu grafik aynı zamanda, tipik ısı pompası sistemlerinin ulaşabileceği ortalama akışkan sıcaklığı aralığını da görsel olarak vurgular.

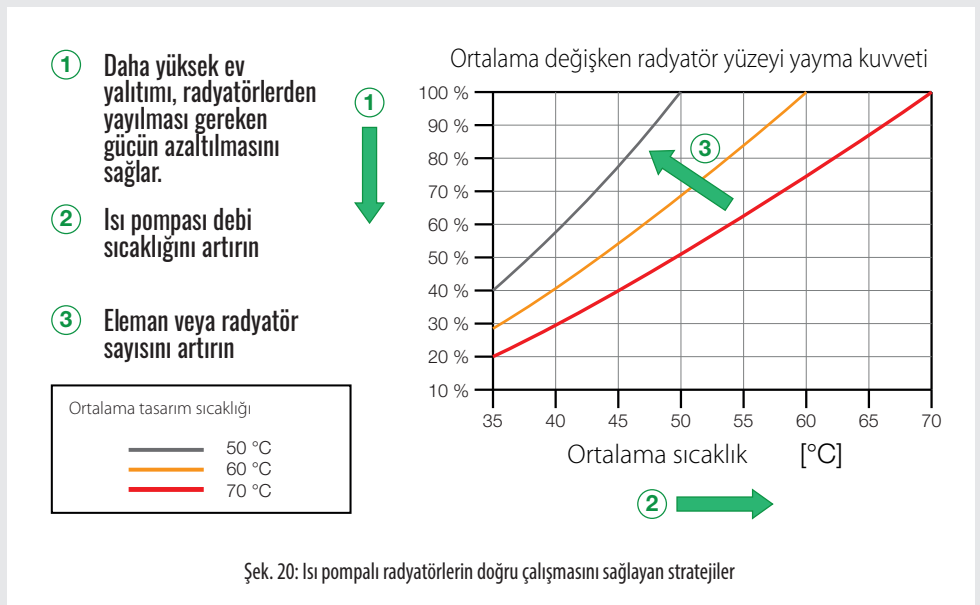


Grafikten de kolayca anlaşılabileceği üzere, ısı pompasının sağlayabildiği sıcaklık ile sistemin ihtiyaç duyduğu minimum ortalama sıcaklık arasındaki fark ne kadar küçükse, performans kaybını telafi etmek için gereken ilave güç de o kadar az olacaktır.

Bu tür durumlarda uygulanabilecek başlıca düzeltici stratejiler şunlardır:

- 1. Radyatör yüzey alanının artırılması:** Mevcut radyatör elemanlarına ilave yapılması veya daha büyük radyatörlerin kullanılması ile radyatörlerin toplam ısı yayma kapasitesi artırılabilir. Ancak bu yöntem genellikle sınırlı bir düzeyde güç telafisi sağlar ve mevcut tesisat, bağlantılar ya da mimari kısıtlar nedeniyle her zaman uygulanabilir değildir. Bu strateji, özellikle bazı odaların diğerlerine göre daha yetersiz ısındığı durumlarda lokal çözümler için uygundur.
- 2. Isı yalıtımının iyileştirilmesi:** Binaya yapılacak yalıtım müdahaleleri, genel ısı ihtiyacını azaltarak sistemin minimum ortalama tasarım sıcaklığını düşürür. Aynı zamanda, daha düşük debi sıcaklığı sayesinde ısı pompasının çalışma verimliliği artar. Enerji açısından son derece verimli olan bu strateji, uygulama açısından ise yüksek maliyetli ve yapısal olarak imkan olmayan durumlar olabilir; dolayısıyla her zaman tercih edilemeyebilir.
- 3. Yüksek sıcaklık üretebilen ısı pompalarının tercih edilmesi:** Günümüzde özellikle R290 gibi doğal soğutucularla çalışan ısı pompaları, yüksek debi sıcaklıklarına ulaşabilmektedir. Bu tür sistemler, minimum sıcaklık farkı problemini doğrudan çözebilse de, daha yüksek çalışma sıcaklığı daha düşük verimlilik anlamına gelir. Bu nedenle, sistem seçimi yapılırken yatırım ve işletme maliyetleri dikkatle analiz edilmelidir.

Yukarıda açıklanan üç strateji Şekil 20'deki grafikte görülebilir.



KAZANDAN ISI POMPASINA DEĞİŞİM

Bu bölümde, gaz kazanının ısı pompası ile değiştirilmesiyle gerçekleşen sistem dönüşümüne dair iki özel durumu inceleyeceğiz. Bir ısı pompası sistemini doğru ve verimli bir şekilde çalıştırmak için gereken temel farkları ve bileşenleri vurgulayacağız.

GAZ KAZANI

Gaz kazanı teknolojisi, onlarca yıllık endüstriyel üretim tecrübesine dayanan, sürekli teknik gelişimin bir sonucudur. Bu evrimsel sürecin en son adımı olan yoğunlaşmalı kazan modelleri, geleneksel kazanlara kıyasla yaklaşık %10 oranında enerji tasarrufu potansiyeli sunar.

Sistemin güvenli ve verimli çalışabilmesi için gerekli birçok fonksiyonel bileşen doğrudan ısı kaynağının yapısına entegre edilmiştir. Bu sayede hem ısıtma sisteminin dağıtımı ve kontrolü hem de kullanım sıcak suyu üretimi önemli ölçüde sadeleştirilmiştir.

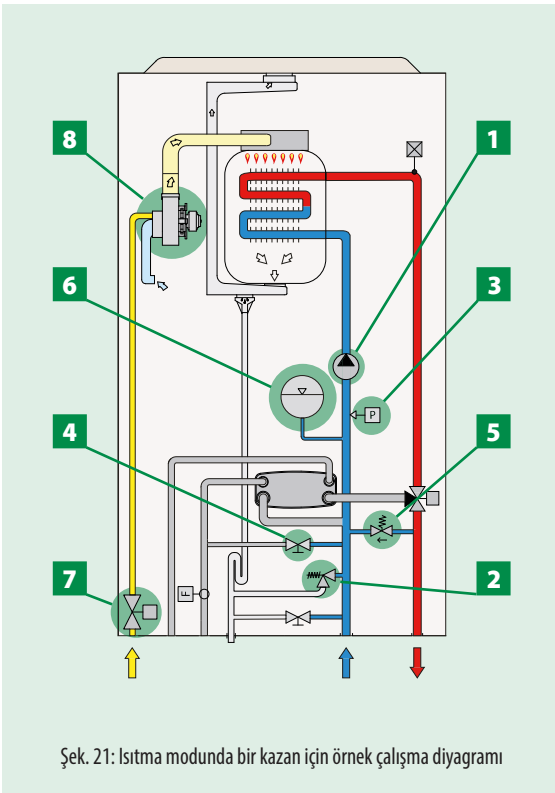
Sistemin çalışma prensibini ve temel bileşenlerini genel hatlarıyla açıklamak amacıyla aşağıdaki diyagramdan (Şekil 21) yararlanılacaktır.

ISITMA İÇİN SICAK SU ÜRETİMİ

SİSTEM TARAFI

Kapalı devre içerisindeki su, yanma haznesinde ısıtıldıktan sonra sirkülasyon pompası (1) aracılığıyla ısıtma sistemine gönderilir. Modern sirkülasyon pompaları genellikle 4 ila 8 metre su sütunu basıncına sahiptir ve son yıllarda elektronik hale gelmişlerdir. Bu sayede sabit veya oransal çalışma modları gibi farklı modlarda çalışarak geleneksel pompalara kıyasla daha hassas kontrol ve enerji verimliliği sağlarlar.

Bazı sistemlerde, sirkülasyon pompasının oluşturduğu basınç yükünü sınırlamak için bir by-pass vanası (5) da bulunur.



Şek. 21: Isıtma modunda bir kazan için örnek çalışma diyagramı

Kazanlar, güvenli ve sorunsuz çalışmayı sağlamak amacıyla çeşitli emniyet bileşenleriyle donatılmıştır:

- Isıtma sırasında su hacmindeki genleşmeyi dengelemek amacıyla 10–12 litrelik genleşme tankı (6)
- Sistem basıncı 3 bar'ı aştığında, basıncı tahliye eden kalibre edilmiş emniyet ventili (2)
- Sistem basıncı belirlenen minimum değer altına düştüğünde çalışmayı engelleyen minimum basınç anahtarı (3)
- Gerekli durumlarda sistem basıncını manuel olarak sıfırlamak için, şehir şebekesine bağlı doldurma musluğu (4)

GAZ - YANMA SİSTEMİ

Gaz solenoid vanası (7), gazın brülöre girişini kontrol eder ve gerektiğinde modülasyon sağlar. Aynı zamanda arıza durumlarında gaz akışını keserek güvenliği sağlar ve alevin, sistemin anlık ısı talebine göre ayarlanmasına imkân tanır.

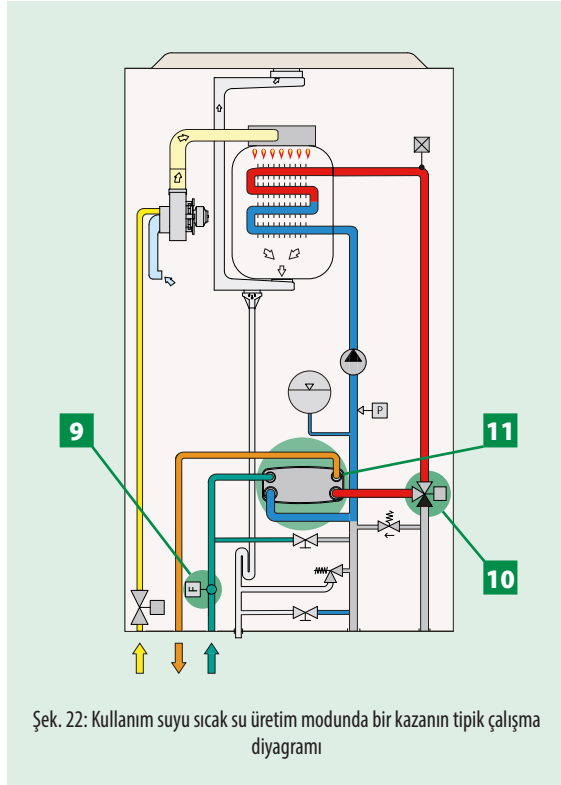
Yanma havasının kontrolü ise, egzoz gazları üzerindeki diferansiyel basınca duyarlı çalışan bir basınç anahtarı ile yönetilen vantilatör (8) yardımıyla sağlanır. Bu yapı, yanma ürünlerinin baca aracılığıyla güvenli ve verimli şekilde dışarı atılmasını garanti eder.

2029: FOSİL YAKITLI KAZANLARIN SONU GELDİ Mİ?

KULLANIM SICAK SUYU ÜRETİMİ

Kullanım suyu hazırlığı, sıcak su hattı üzerine yerleştirilmiş bir akış anahtarı (9) aracılığıyla otomatik olarak devreye girer. Bu anahtar etkinleştğinde, üç yollu vana devreye girerek sistemde dolaşan sistem suyunu plakalı ısı eşanjörüne (11) yönlendirir. Böylece kazan tarafından üretilen ısı, doğrudan kullanım suyuna aktarılır.

Kazan gücünün 20–24 kW aralığında olması sayesinde bu ısı transferi anlık ve tam kapasiteyle gerçekleşebilir. Bu yüksek verimlilik, çoğu uygulamada ayrı bir kullanım sıcak su deposu ihtiyacını ortadan kaldırır.



Şek. 22: Kullanım suyu sıcak su üretim modunda bir kazanın tipik çalışma diyagramı

Avrupa'da, ısıtma, soğutma ve kullanım sıcak suyu üretimi ekipmanları, konutlarda ve ticari sektörlerde en fazla enerji tüketen ekipmanlardır. Avrupa Komisyonunun 2020 istatistiklerinde bildirdiği gibi özellikle fosil yakıtlardan üretilen birincil enerji tüketiminin yaklaşık yarısını temsil etmektedirler (Şekil 23).

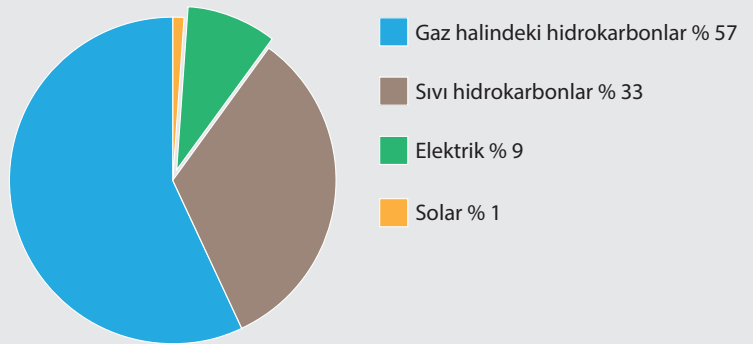
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayınlanan "2050'ye kadar net sıfır" ve Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından yayınlanan "Binalarda Fosil Yakıt Kullanımının Azaltılmasına İlişkin AB Zorlukları" başlıklı çeşitli çalışmalar, iklim nötrlüğüne ulaşmanın araçlarından biri olarak **fosil yakıtlı kazanların üretiminin ve satışının durdurulması gerektiğini** öne sürmektedir.

IEA buna 2025 yılında başlanmasını önerirken, JRC'ye göre sıvı hidro-karbon kullanan kazanlar için 2025 yılında ve gaz kazanları için 2030 yılında olmak üzere iki aşamada gerçekleşmelidir.

Bu kılavuz ilkeler, hemen faaliyete geçmese de, Avrupa Komisyonu tarafından 2030'dan önce tüm Üye Ülkeleri Rus gazından bağımsız hale getirmek için oluşturulan RepowerEU planına dahil edilmiştir.

2029, bunların piyasada satışının sona ermesi için öngörülen tarihtir. Bununla birlikte diğer yaklaşım, daha olumsuz (ve dolayısıyla satışlar açısından olumsuz) bir etiketleme öngörmek ve bu ekipmanlara yönelik tüm teşvikleri kesip, bunları diğer teknolojiler için de kullanılabilir hale getirmektir.

Fosil yakıtlı kazanların satışının birkaç yıl içinde yasaklanma riski son derece yüksektir.



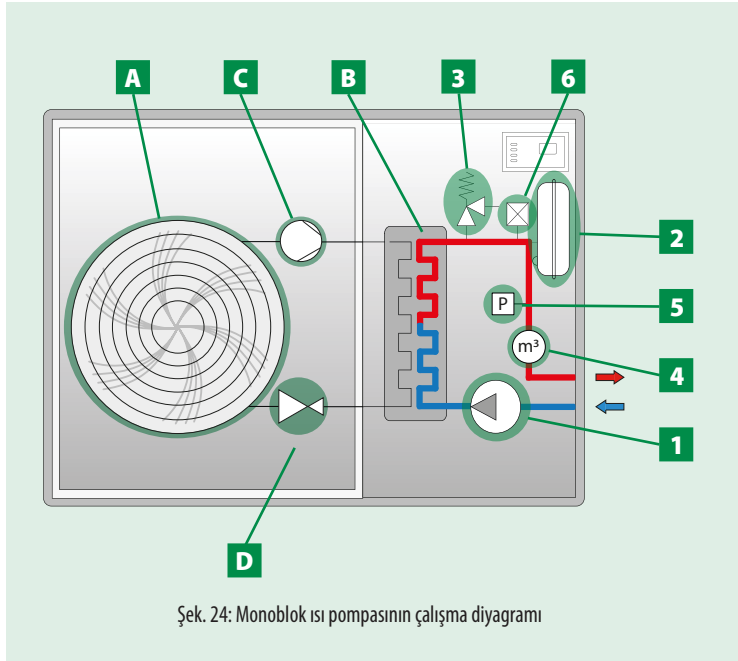
Şek. 23: Isıtma ve soğutma için birincil enerji kaynaklarının bölünmesi

ISI POMPASI

MONOBLOK ISI POMPALARI

Piyasadaki en popüler ısı pompaları genellikle MONOBLOK olarak bilinir. Bu tip ısı pompalarında hem gaz çevrimi elemanları hem de hidrolik devre bileşenleri tek bir üniteye entegre edilmiştir.

Isı, bir veya daha fazla fanla donatılmış hava-gaz ısı eşanjörü (A) ve genellikle sert lehimli plakalı gaz-su ısı eşanjörü (B) olmak üzere iki eşanjörlü ters soğutucu döngüsü ile üretilir. İnvertörlü bir kompresör (C) ve bir gaz keleşbeği (D) soğutucu devresini tamamlar.



Şek. 24: Monoblok ısı pompasının çalışma diyagramı

Isı pompası, hidronik devre tarafında genellikle aşağıdaki temel bileşenlerle donatılmıştır:

- yaklaşık 10 metre su sütunu basıncına sahip bir sirkülasyon pompası (1);
- 8–10 litrelik bir genişleme tankı (2);
- 2,5–3 bar basınca kalibre edilmiş bir emniyet tahliye vanası (3);
- bir debimetre (4);
- bir basınç sensörü (5);
- otomatik hava tahliyesi için bir hava purjörü (6).

Sistemde kullanılan sirkülasyon pompası, genellikle duvara monteli klasik kazan sistemlerine kıyasla daha yüksek çalışma basıncına sahiptir.

Isı pompası içerisindeki genişleme tankı genellikle 8–10 litre hacminedir; ancak sistemdeki toplam su hacmine bağlı olarak, yeterli genişleme kapasitesini sağlamak amacıyla harici ikinci bir genişleme tankının ilavesi gerekebilir.

Debimetrenin çeşitli işlevleri vardır. En önemlilerinden biri; ısı pompasının kapatma aşamalarında veya defrost döngüleri gerektiğinde, gaz devresi tarafından üretilen ısıyı dağıtabilmek için çeşitli çalışma aşamalarında her zaman minimum debinin garanti edildiğini kontrol etmektir.

Su basınç sensörü, kazanın minimum basınç emniyet anahtarı ile aynı işleve sahiptir, yani devrenin ayarlanan bir sınırın altına düşmemesini sağlar.

GENLEŞME TANKI, EMNİYET VENTİLİ VE PURJÖR - ISITMA DEVRESİ İÇİN

Isı pompası içerisinde bulunan genişleme tankının (2) hacmi, sistemdeki toplam su hacmindeki artışı karşılamak için yetersiz kalabilir. Bu nedenle, sistemin efektif hacmine göre genişleme hacmi hesaplanmalı ve mevcut tankın yeterliliği kontrol edilmelidir. Eğer yapılan değerlendirme sonucunda genişleme hacmi yetersiz bulunursa, sisteme ek bir genişleme tankı ilavesi yapılması gereklidir.

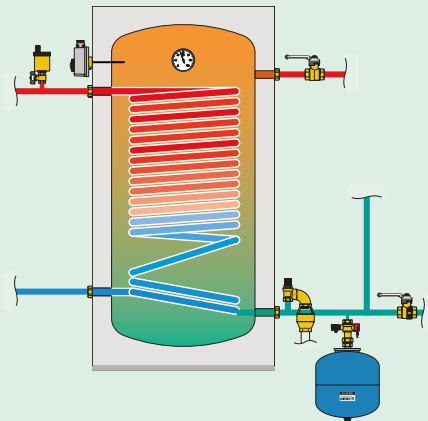
Hidronik devredeki purjör (6), sistemin en yüksek noktasına monte edilir ve hava birikiminin otomatik olarak dışarı atılmasını sağlar. Aynı şekilde, emniyet ventili (3) da bu yüksek noktaya yerleştirilir ve sistem basıncı 2,5–3 bar seviyesini aştığında devreye girerek güvenli boşaltımı gerçekleştirir.

GENLEŞME TANKI VE EMNİYET VENTİLİ - KULLANIM SICAK SUYU DEVRESİ İÇİN

Duvara monteli kombi sistemlerinin tipik olarak anlık sıcak su üretimine karşılık, depolamalı kullanım suyu sistemlerinde ilave emniyet elemanları gereklidir. Bu sistemlerde, sıcak su üreten tanklar için özel olarak bir genişleme tankı ve emniyet ventili kullanılması zorunludur.

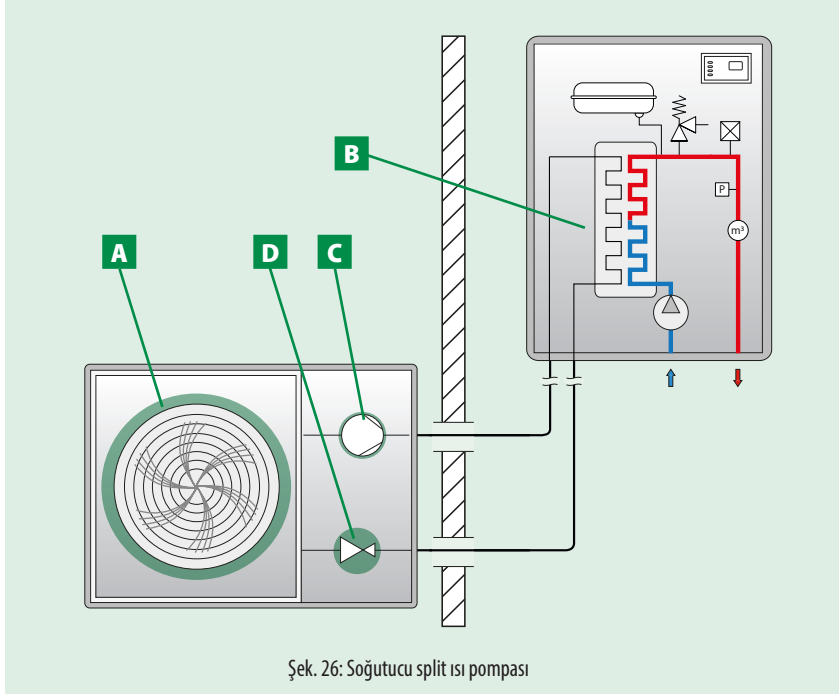
Bu bileşenler, standart cihazlarda yer almaz; yalnızca entegre depolu modellerde bulunur ve ilgili tank ve kullanım suyu sisteminin izin verilen maksimum çalışma basıncına göre boyutlandırılmalıdır (bkz. Şekil 25).

Kullanım sıcak suyu üreten boylerde bulunan ısıtma bobini, ısı pompasının görece düşük sıcaklık seviyeleri nedeniyle daha büyük yüzey alanına sahiptir. Bu nedenle, sistemin ilk devreye alınmasını kolaylaştırmak amacıyla bobinin üst kısmına bir otomatik hava tahliye purjörü veya bir hava alma musluğu yerleştirilmesi önerilir.



Şek. 25:
Genleşme tankı ve emniyet ventili bulunan
kullanım sıcak su boyleri

SPLİT ISI POMPALARI



Şek. 26: Soğutucu split ısı pompası

İkinci tip, iki alt gruba ayrılabilen SPLİT ısı pompaları olarak adlandırılır.

SOĞUTUCU-SPLİT

Gaz devresi şu ana bileşenlerden oluşur:

İlgili fana sahip hava-gaz ısı eşanjörü (A), kompresör (C), dış üniteye konumlandırılan gaz keleş (D). Gaz-su ısı eşanjörü (B) ve tüm hidronik bileşenler ise iç üniteye yer alır. Bu iç üniteye yer alan bileşenler, monoblok versiyonlarda kullanılanlarla büyük ölçüde benzerdir.

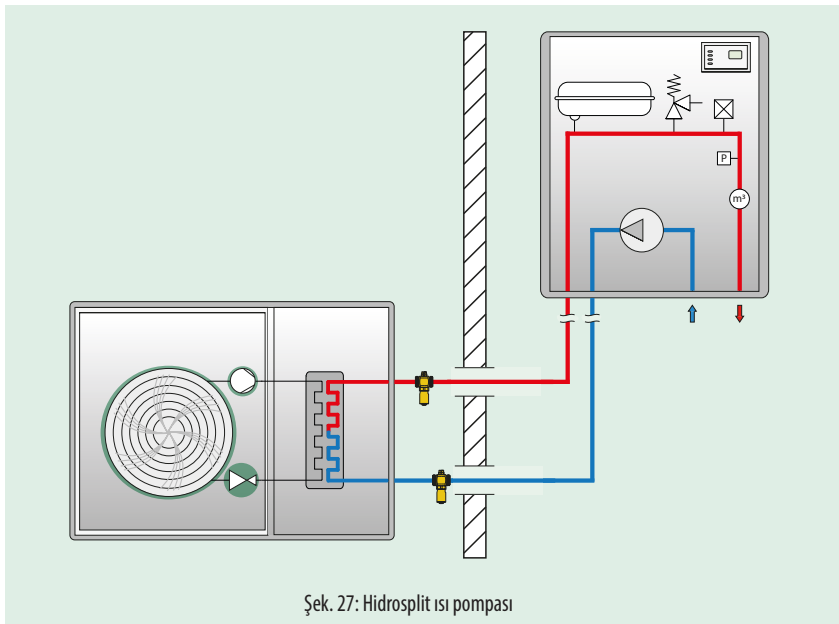
Sistem tasarımı gereği, dış ünite dış ortama kurulmalı; iç ünite ise evin iç kısmındaki uygun bir odaya veya kazan dairesine yerleştirilmelidir. Bu düzenleme, dış ünitenin ortam havası ile verimli bir şekilde ısı alışverişini yapabilmesini sağlar.

Bu sistemde, gaz devresi iç ve dış üniteler arasında soğutucu borularla bağlanır, ancak hidronik borular tamamen iç ortamda kalır.

Bu durumun avantaj ve dezavantajları vardır. Avantajı, hidronik hatlar dış ortamda yer almadığından donma, çatlama gibi riskler ortadan kalkar. Dezavantajları ise, kurulum yalnızca F-GAS sertifikalı teknisyenler tarafından gerçekleştirilebilir. Ayrıca, dış ve iç ünite arasında izin verilen maksimum borulama mesafesi ve yükseklik farkı sınırlıdır.

Kurulum sürecinin kolaylaşması için, üreticiler, dış ve iç ünitelerin yerleştirilebileceği maksimum boru mesafesi ve seviye farkı gibi detayları açıkça belirtir.

Kurulum sırasında teknisyen, soğutucu boruların bağlantılarını yapar. Sistemde vakum oluşturur ve bu koşullarda belirli bir süre bekleyerek sızdırmazlık testi gerçekleştirir.



Şek. 27: Hidrosplit ısı pompası

HİDROSPLİT

Hidrosplit tip sistemlerde, gaz devresine ait tüm bileşenler (gaz-su ısı eşanjörüne kadar) dış üniteye yer alırken; hidronik devreye ait bileşenler iç üniteye bulunur.

Avantajlar:

- Gaz devresi tamamen fabrikada hazır, önceden yalıtılmış ve test edilmiştir.
- Kurulum, sertifikalı teknisyenlerin müdahalesine daha az ihtiyaç duyacak şekilde basitleştirilmiştir.

Dezavantaj:

- Hidronik hatlar bina dışına kadar uzandığı için donma riskine maruz kalabilir. Bu durum, soğuk iklimlerde dikkatle değerlendirilmelidir.

DIYAGRAM 1: RADYATÖR SİSTEMİ, GAZ KAZANI

Örnek olaydaki sistemde bir gaz kazanı (yoğuşmalı veya geleneksel), bir radyatörlü ısıtma sistemi ve termostatik vanalar bulunmaktadır.

Dağıtım

1

Isıtma ve soğutma sistemi, her biri bir kata karşılık gelecek şekilde iki ana bölgeye ayrılmıştır. Her bölge, zemine monte edilmiş bir termostat tarafından kontrol edilen bir zon kontrol vanası ile yönetilir.

Her bölgede, ısı transfer akışkanının dağıtımı bir kolektör aracılığıyla gerçekleştirilir. Belirli alanlardaki sıcaklıkların sınırlandırılması amacıyla, her radyatöre termostatik kontrol vanaları monte edilmiştir. Bu vanalar, merkezi termostat ayarından daha düşük sıcaklık değerlerine kalibre edilerek lokal sıcaklık kontrolü sağlar.

Tüm sistemin sirkülasyonu, merkezi kazan üzerinde yer alan tek bir sirkülasyon pompası ile sağlanmakta olup, bu pompa tüm bölgelerin beslenmesi için yeterli kapasiteye sahiptir.

By-pass

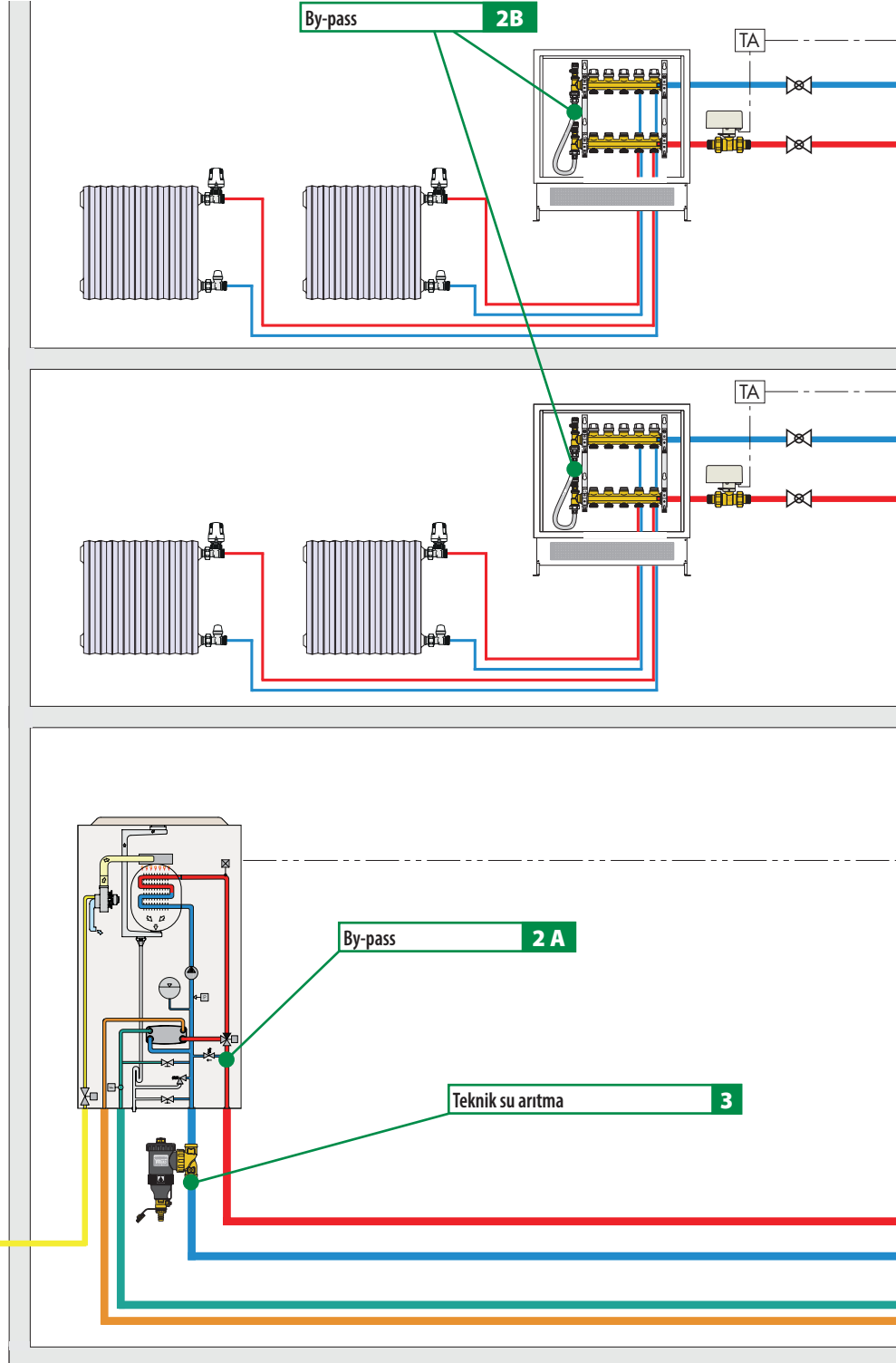
2 A

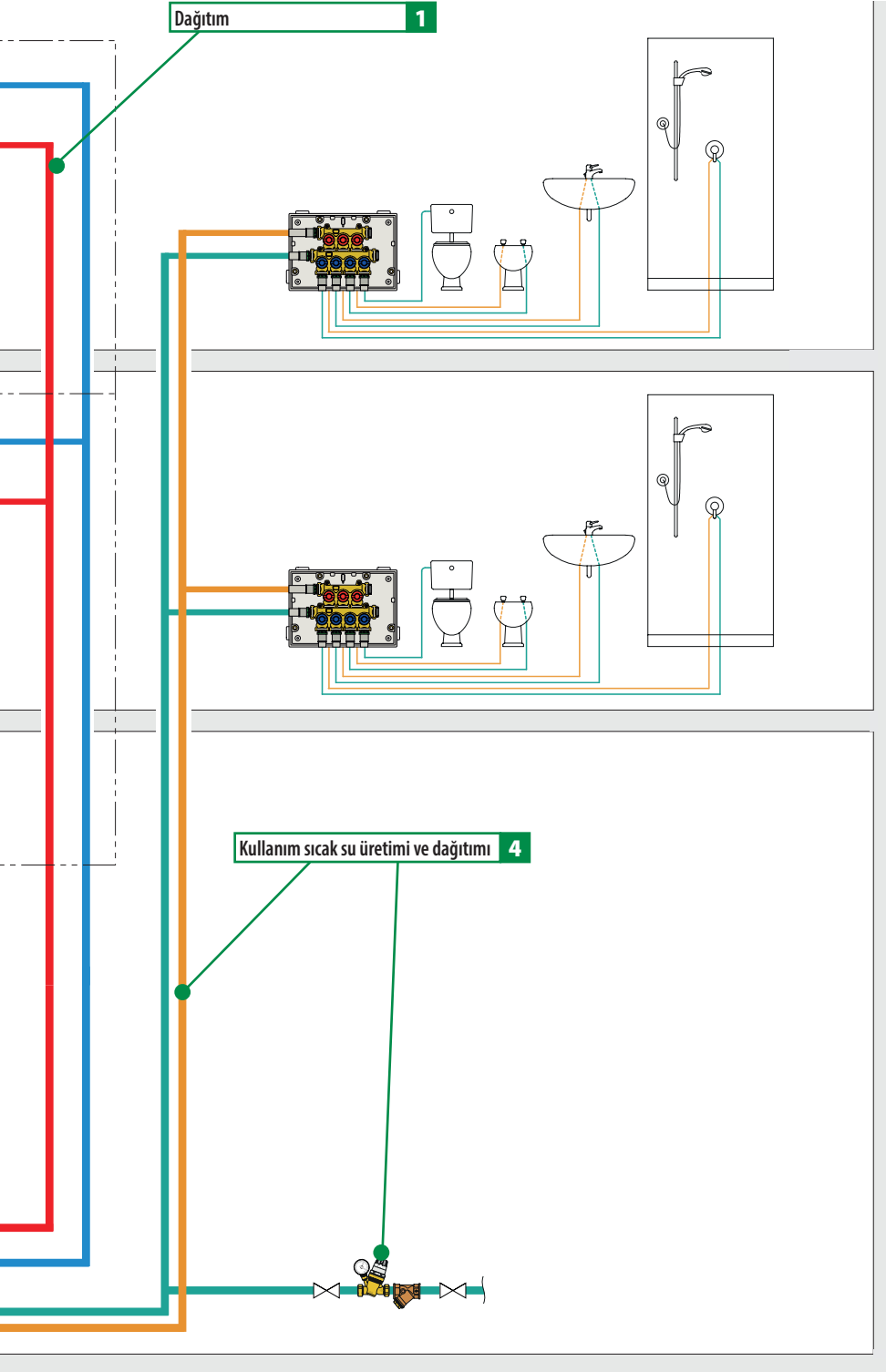
2 B

Harici ısı kaynaklarından gelen ısı girişi nedeniyle sistemdeki farklı termostatik vanaların aynı anda kapanması, sirkülasyon hattında ani basınç yükselmesine neden olabilir. Bu durum, özellikle kesme vanaları üzerinden oluşan ani basınç değişimleri sonucu vanalarda gürültü (çınlama, vuruş) sorunlarına yol açabilir.

Bu tür istenmeyen durumların önüne geçmek için sistemde by-pass çözümleri uygulanmalıdır. İki ana yöntem kullanılabilir:

- Kazanın içine entegre edilmiş diferansiyel by-pass vanası (2A)
- Kolektör üzerine doğrudan monte edilen sabit ayarlı by-pass kitleri (2B) – tipik olarak 25 kPa diferansiyel basınç ayarlanır.





Teknik su arıtma

3

UNI 8065 standardına göre, kapalı devre su arıtma, kazanı korumak için bir filtre veya manyetik tortu ayırıcı kullanılmasını ve korozyon geciktiricilerin eklenmesini öngörmektedir.

Kullanım sıcak su üretimi ve dağıtımı

4

Kullanım sıcak suyu üretimi anlık (anında) olarak gerçekleştirilir. Sistemdeki sıcak su talebi, kazana entegre edilmiş bir akış anahtarı aracılığıyla algılanır; bu anahtar, şebekeden gelen talebi önceliklendirerek kazanı devreye alır.

Soğuk su giriş hattında, sistemin korunması ve su basıncının düzenlenmesi amacıyla sistemde Y tipi filtre veya kendi kendini temizleyen filtreler ve basınç düşürücü vana kullanılır.

Kullanım suyu dağıtımı, her kata ait bir kolektöre bağlı branşman hatlar aracılığıyla yapılır. Bu yapı, hem kat bazlı hem de bireysel hatlarda kolayca devre kesilmesine olanak tanır.

Alternatif olarak, her bir kullanım noktasının ana dağıtım hattından sıralı olarak beslendiği klasik branşman dağıtım sistemi de tercih edilebilir. Bu yöntem, daha basit kurulumlarda ya da sınırlı alanlarda uygun bir çözüm olabilir.

Şek. 28: Gaz kazanlı radyatör sistemi diyagramı

İYİLEŞTİRME DİYAGRAMI 1: RADYATÖR SİSTEMİ, ISI POMPASI

Gaz destekli (kazan) bir ısı kaynağının, elektrikli (ısı pompası) bir ısı kaynağı ile değiştirilmesiyle gerçekleşen sistem dönüşümünde, hidronik devrenin daha karmaşık bir konfigürasyonu söz konusudur ve mevcut radyatör elemanlarının sayısında bir artış ihtiyacı ortaya çıkabilir.

Isı pompası - By-pass vanası

1 4

Örnek olay incelemesinde, ısı pompası sistemi mevcut kazan sistemine benzer şekilde kat bazlı termostatlarla kontrol edilmektedir. Isı pompasının dahili sirkülasyon pompası, yeterli debi ve basıncı sağladığı için ilave bir sekonder devreye ihtiyaç duyulmamaktadır.

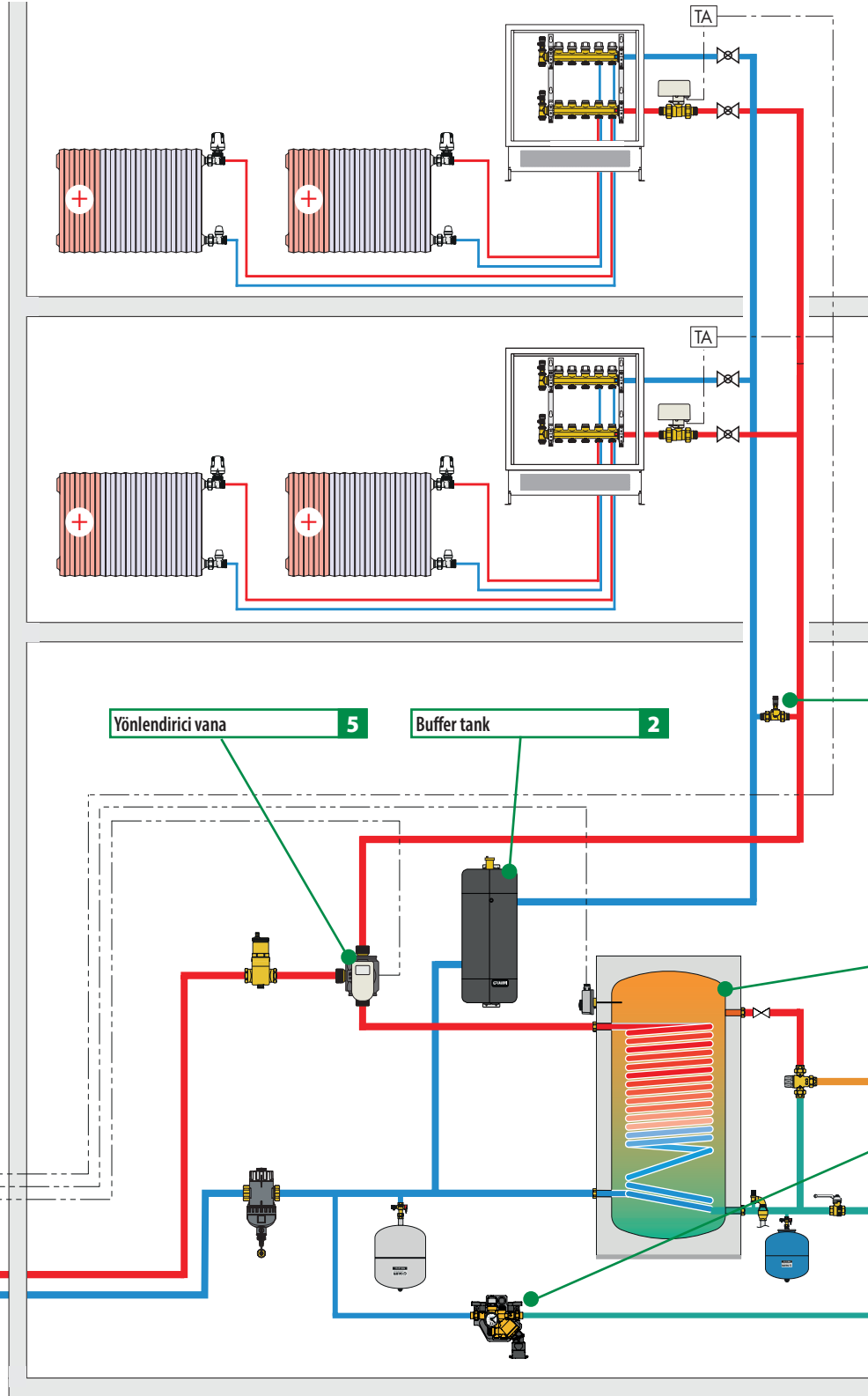
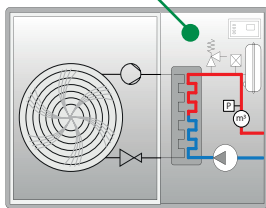
Ancak tüm termostatlar kapatma komutu verse dahi, kompresörde biriken ısının sistemden atılması için, ısı pompası devreyi bir süre daha çalışır konumda tutmalıdır. Ayrıca, belirli dış ortam koşullarında (sıcaklık 5°C ile -15°C arasında ve bağıl nem %65 ile %100 aralığında), ısı eşanjöründe defrost döngüsü devreye girebilir.

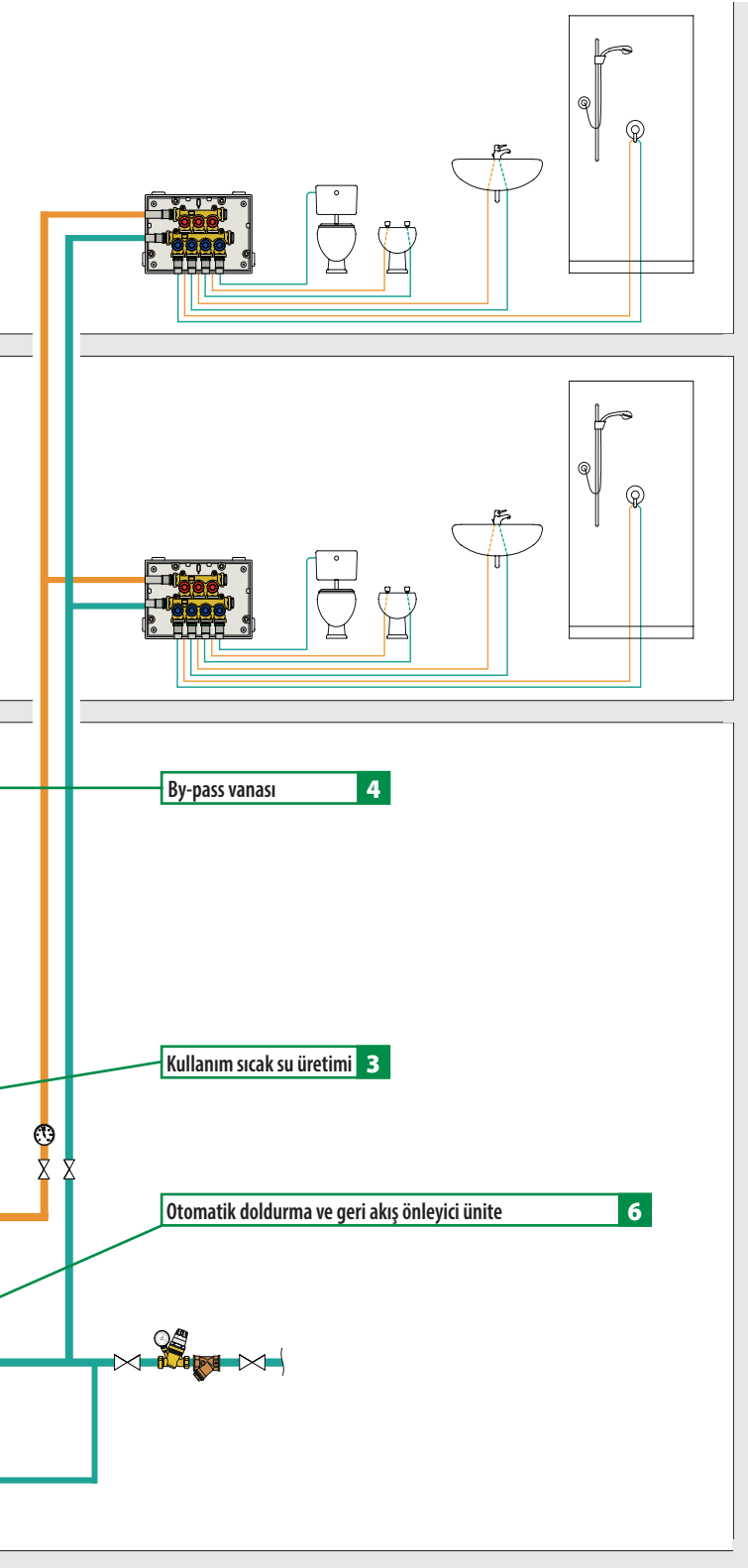
Defrost sürecinin sağlıklı işlemesi için sistemin belirli bir minimum su debisine ihtiyacı vardır. Ancak tüm zon kontrol vanaları kapalıysa, bu debi sağlanamayabilir ve sistem verimsiz veya arızalı çalışabilir.

Bu gibi durumları önlemek amacıyla iki farklı teknik çözüm uygulanabilir: (1) Hidrolik ayırıcı kullanılabilir. Primer ve sekonder devreleri ayırır, gerekli sirkülasyonun sağlanabilmesi için ilave bir veya birden fazla sirkülasyon pompası (hidrofor) ile desteklenebilir. (2) Diferansiyel by-pass vanası kullanılabilir. Gidiş ve dönüş hattı arasına monte edilen bu vana, basınç farkına göre açılarak minimum debiyi sağlar; böylece zon vanaları kapalı olsa bile ısı pompası için gerekli su akışı korunur.

Isı pompası

1





Buffer tank

2

Isı pompasının yardımcı işlevleri için gereken termal enerji doğrudan sistemden alınabilir. Zon kontrol vanaları gibi elemanların varlığı kullanılabilirliğini kısıtlayabilir. Gidiş ya da dönüş hattına bir buffer tank kurulmasını öneriyoruz.

Kullanım sıcak su üretimi - Yönlendirici vana

3 5

Kullanım sıcak suyu, doğrudan ısı pompası ile değil, bir su depolama ünitesi aracılığıyla sağlanmalıdır; çünkü ısı pompaları anlık yüksek sıcaklıkta kullanım sıcak suyu üretimi için yeterli ısıtma kapasitesine sahip değildir.

Bu nedenle, kullanım suyu öncelik vermek amacıyla sistemde üç yollu bir yönlendirici vana bulunmalıdır.

Bu vana, yönlendirme esnasında devredeki akışın kesilmemesi için daima en az bir yolu açık tutan bir küresel veya obtüratör mekanizmasıyla yapılandırılmış olmalıdır. Aksi halde, su sirkülasyonunun asla durmaması gerektiğinden, ısı pompası bir arıza alarmı verebilir. Yönlendirme işlemi her zaman oldukça hızlı gerçekleşmelidir.

Öncelik yönetimi, depolama ünitesine monte edilmiş bir termostat aracılığıyla sağlanır. Ayrıca, evsel kullanım suyu sisteminin sağlıklı çalışması için bir genişleme tankı ve emniyet ventili, geri akışı önlemek amacıyla çekvalfler ve istenilen sıcaklığı ayarlamak için bir termostatik karışım vanası gibi aksesuarların tamamı gereklidir.

Sisteme giriş yapan devre kısmı ise, bir filtre ve basınç düşürücü vana ile donatılarak şebeke basıncı sabit bir şekilde korunur.

Otomatik doldurma ve geri akış önleyici ünite

6

Ayrıntılı bilgi sayfa 31'de verilmiştir.

Şek. 29: Isı pompalı radyatör sistemi diyagramı

DİYAGRAM 2: RADYANT PANEL SİSTEMİ, GAZ KAZANI

Gaz kazanlı (yoğuşmalı veya geleneksel) klasik sistem ve radyant panelli terminal üniteler, radyatör sistemine kıyasla daha yüksek debiler öngörmektedir. Genellikle sadece bir kazan sirkülasyon pompası bu değerleri karşılayamaz.

Dağıtım

1

Hidronik sistem, primer ve sekonder olmak üzere iki devreye ayrılır. Kazan, primer devredeki ısıtma akışkanını, iki dikey dağıtım kolunu üzerinden bağlı olduğu bir kolektöre entegre hidrolik ayırıcıya kadar sirküle eder. Sekonder devrede ise her bir kol, sabit sıcaklık kontrolü sağlayan mekanik veya elektronik bir kontrol ünitesi ile donatılmıştır.

Bu ünitelerin sirkülasyon pompaları, katlara yerleştirilen termostatlar aracılığıyla kontrol edilir.

Her bölgenin ısıtma ihtiyacı, ilgili radyant devrelerde bulunan termo-elektrik aktüatörler sayesinde zemin kolektörlerinde bağımsız olarak etkinleştirilir.

Kullanım sıcak su üretimi ve dağıtımı

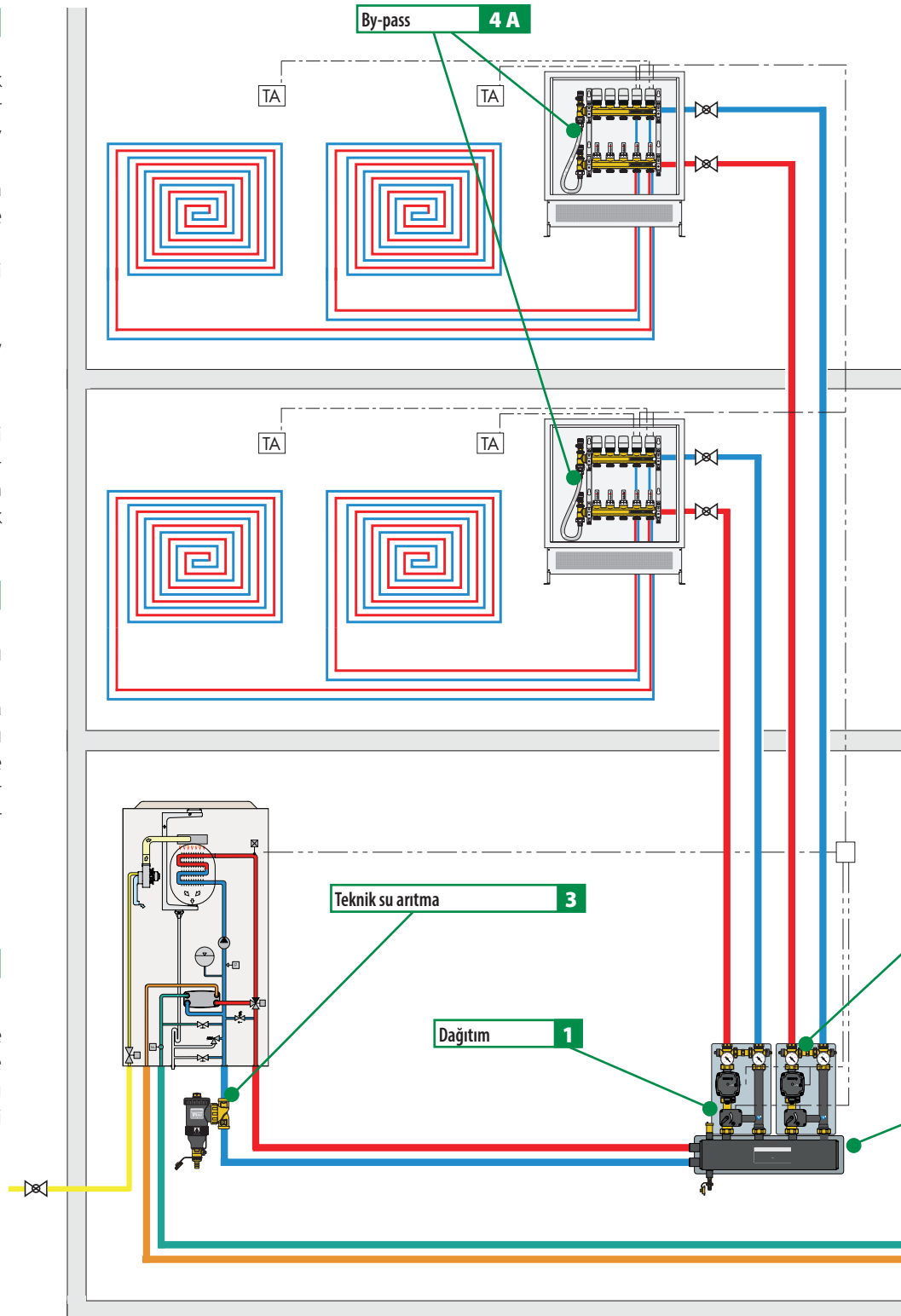
2

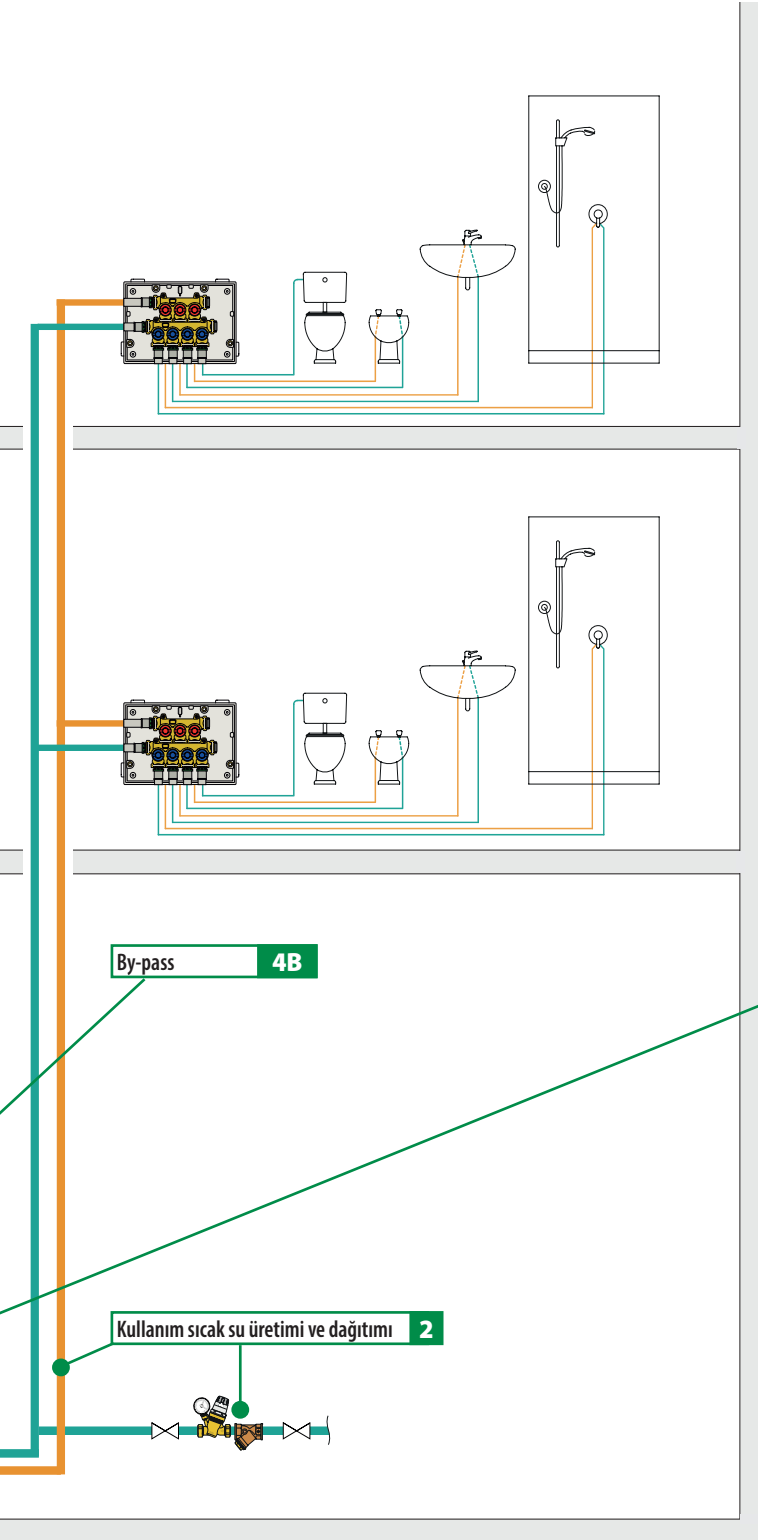
Kullanım sıcak suyu, bir akış anahtarı tarafından kontrol edilen öncelik modu sayesinde kazan üzerinden anında üretilir. Sistemi korumak ve giriş basıncını düzenlemek amacıyla, kazana entegre iç bileşenlere ek olarak, sistemin şehir şebekesi girişine bir filtre ile birlikte, bir basınç düşürücü vana takılmalıdır.

Teknik su arıtma

3

UNI 8065 standardına göre, kapalı devre su arıtma, kazanı korumak için bir filtre veya manyetik tortu ayırıcı kullanılmasını ve korozyon geciktiricilerin eklenmesini öngörmektedir





By-pass

4 A

4B

Sistemde hidrolik ayırıcı bulunduğu için, primer devrede bir by-pass vanasına ihtiyaç yoktur. Ancak sistem kısmi yüklerde çalışıyorsa, açık kalan devrelerde aşırı basınç artışını önlemek için sekonder devreye bir by-pass vanası eklemek iyi bir uygulamadır.

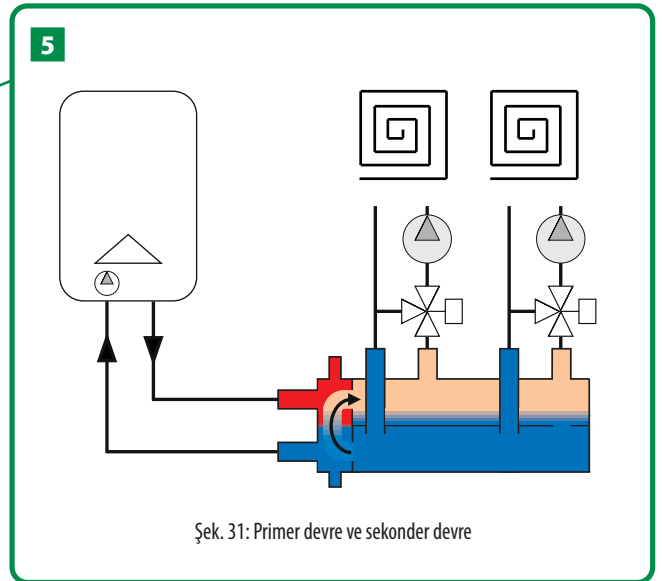
Sabit by-pass ayarı (25 kPa), devre sonundaki kolektör ünitesine (4A) entegre edilebileceği gibi, sekonder devrede her bir pompadan sonra, ilgili üniteye (4B) monte edilerek de uygulanabilir.

Primer devre ve sekonder devre

5

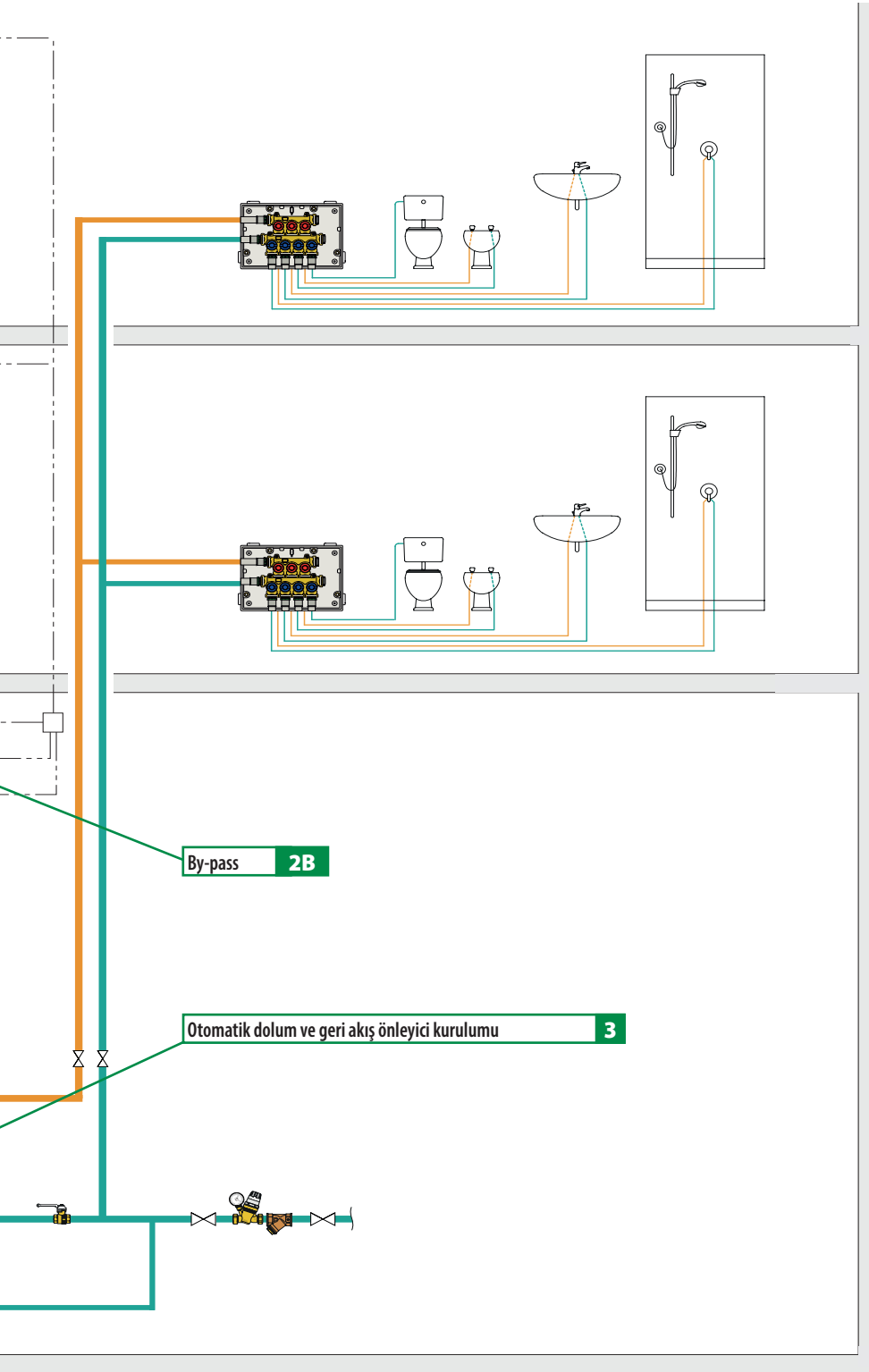
Sistemin genellikle iki ayrı devreye ayrılması gerekir; çünkü kazan sirkülasyon pompasının sağlayabileceği debi, iki ayrı radyant panel sistemini aynı anda beslemek için yetersiz kalabilir. Bu nedenle, primer devredeki akışkan sıcaklığı, terminal ünitelerinin taleplerine kıyasla daha yüksek bir değere ayarlanır.

Sekonder devrede ise, pompa ünitelerine entegre edilen karışım vanaları aracılığıyla akış sıcaklığı, radyant panel sistemlerinin ihtiyaç duyduğu seviyeye düşürülerek sistemin dengeli ve verimli çalışması sağlanır.



Şek. 31: Primer devre ve sekonder devre

Şek. 30: Gaz kazanlı radyant panel sistemi diyagramı



Otomatik dolum ve geri akış önleyici kurulumu

3

Otomatik dolum ve geri akış önleyici kurulumu, sistemin güvenli ve verimli çalışması için gerekli olan iki temel işlevi yerine getirir:

1. Otomatik dolum ünitesi, sistem basıncını ideal seviyede sabit tutar;
2. Geri akış önleyici, sistemdeki suyun, kullanım sıcak suyu devresine geri dönmesini engeller.

Geri akış önleyici cihazların kullanımı, EN 1717:2000 standardına tabidir. Bu standart, hidrolik sistemlerde geri akış nedeniyle içme suyunun kirlenmesini önlemeye yönelik gereksinimleri ve bu amaçla kullanılacak cihazların genel özelliklerini tanımlar. EN 1717 standardı, sistemdeki suyun içerdiği potansiyel sağlık riski seviyesine göre beş kategori belirlemiştir. Termal sistemlerde dolaşan su, çoğu durumda:

Kategori 3: Sağlık açısından tehlike arz eden, bir veya daha fazla zararlı madde içeren akışkan, veya;

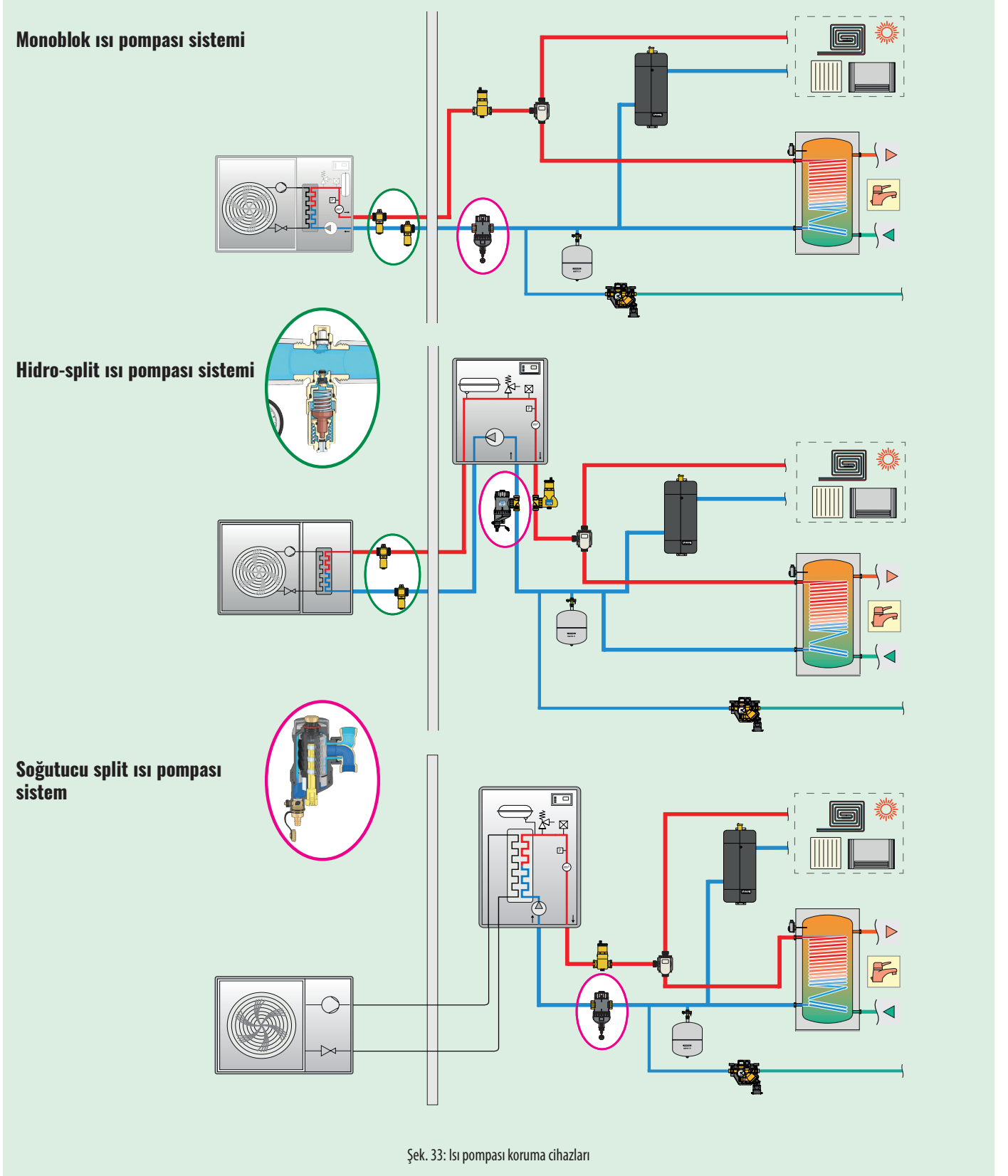
Kategori 4: Toksik veya çok toksik maddeler içeren, insan sağlığı açısından ciddi risk oluşturan akışkan olarak sınıflandırılır.

Bu nedenle, bu sınıflandırmaya uygun olarak su dağıtım devrelerine gerekli tipte geri akış önleme cihazlarının monte edilmesi zorunludur. Bu cihazlar, hem içme suyunun korunmasını sağlar hem de yasal standartlara uygunluk açısından kritik öneme sahiptir.

Şek. 32: Isı pompalı radyant panel sistemi diyagramı

ISI POMPASININ KORUNMASI

Isı kaynağının korunması, cihaz bütünlüğünün ve verimliliğinin garanti edilmesini sağlar. Bu bölümde, ısı kaynağını donma riskinden korumaya yönelik antifriz vanaları ve herhangi bir kirliliğin uzaklaştırılmasında kullanılan manyetik tortu ayırıcıları anlatacağız.



DONMA RİSKİ VE KORUMA YÖNTEMLERİ

Monoblok ve hidro-split sistemlerde, hidrolik devre üzerinde ısı pompası ile bina içi ısıtma sistemi arasında kalan harici bir boru hattı bulunur. Bu bölüm genellikle kısa ve iyi yalıtılmış olsa da, özellikle sıfırın altındaki sıcaklıklarda donma riski taşır. Donma durumunun elektrik kesintisiyle aynı anda meydana gelmesi halinde, ısı pompası içerisindeki gaz/su ısı eşanjörü ciddi hasar görebilir. Bu riski önlemek amacıyla üreticiler, sistem suyuna glikol ilave edilmesini veya özel antifriz vanalarının kullanılmasını önermektedir.

Glikol Kullanımının Dezavantajları

Glikol, donmaya karşı etkili bir koruma sağlasa da, bazı dezavantajları nedeniyle genellikle sınırlı olarak tercih edilmektedir. Glikol kullanımı çok pahalıdır ve aşağıda bulunan "Isıtma ve Soğutma Sistemlerinde Glikol" başlıklı ayrıntılı bölümde açıklanan bir dizi dezavantaja sahiptir.

Alternatif Çözüm: Antifriz Vanası

Antifriz vanası, glikole kıyasla daha ekonomik ve çevreci bir alternatiftir. Bu mekanik vana, elektrik kesintisi gibi durumlardan etkilenmeyerek sistemin donmaya karşı korunmasını sağlar. Boru

sıcaklığı yaklaşık 3 °C'nin altına düştüğünde vana otomatik olarak açılır ve kontrollü bir şekilde su damlatmaya başlar. Bu sayede borularda buz oluşumu engellenir. Bu sistemin amacı tüm suyu boşaltmak değil, devre içindeki suyun hareketini sürdürerek donmayı önlemektir.

Sistem Tahliyesi ve Basınç Yönetimi

Dolum ünitesi açık bırakıldığında (nadiren tercih edilen bir yöntem), sistem basıncı sabit kalır ve bu sayede boşaltma, sistem ile atmosfer arasındaki basınç farkı ile sağlanır.

Dolum ünitesi kapalı olduğunda ise, basınç vanasının açılmasıyla sistem basıncı atmosfer basıncıyla eşitlenir ve bu noktadan itibaren boşaltma, borulara hava girişine imkân tanıyan vakum kırıcı vana sayesinde gerçekleşir.

Elektrik beslemesi yeniden sağlandığında makine tekrar devreye girer: dolum ünitesi açıksa, sistem basıncı doğru seviyede olduğundan ısı pompası normal şekilde çalışmaya başlar.

Ancak dolum ünitesi kapalıysa, minimum basınç emniyet şalteri devreye girerek sistemi durdurur ve yeniden dolum yapılması gerekir.

ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE GLİKOL

Glikol, kapalı devre sistemlerde buz oluşmasını ve bunun sonucunda oluşabilecek hasarı önlemek için kullanılan bir kimyasal katkıdır.

Sistemdeki toplam su hacmi ile belirli bir oranda karıştırılır, böylece elde edilen karışımın donma sıcaklığını düşürür.

PROPİLEN/ETİLEN GLİKOL	DONMA NOKTASI
% 0	0 °C
% 10	-3 °C
% 20	-7 °C
% 30	-15 °C
% 40	-27 °C

Tab.4: Sistemdeki glikol yüzdesine göre donma noktası

Glikolün, aşağıdakiler de dahil olmak üzere çok sayıda dezavantajı bulunmaktadır:

- yüksek satın alma ve bakım maliyetleri;
- sistemdeki glikol yüzdesi düzenli olarak kontrol edilmelidir: yanlış konsantrasyon arızaya ve ciddi sorunlara yol açabilir;
- glikol zamanla özelliklerini kaybeder ve değiştirilmesi gerekir, bu da kirletici bir katkı olduğundan bertaraf sorunlarına neden olur.

Önemli bir dezavantaj, sistemin su ve glikol karışımının varlığındaki performansı ile bağlantılıdır: termal akışkan ortam olarak sadece su kullanımıyla karşılaştırıldığında, ısı değişim kapasitesi azalır, aynı performans için gereken debi artar ve basınç kayıpları artar.

Minimum monopropilen glikol konsantrasyonu [%]	10	10 < G < 20	20 < G < 30	30 < G < 45
Basınç kaybı	+ % 8	+ % 14	+ % 27	+ % 60
Su debisi	+ % 0,5	+ % 3	+ % 6	+ % 13
Termodinamik güç	- % 1	- % 2	- % 4	- % 9

Tab. 5: Su-glikol karışımında performans kaybı

Tüm bunlar, ilgili maliyet artışıyla birlikte sistem enerji tüketiminde bir artış anlamına gelir.

ISI POMPASI SİSTEM DEVRELERİNDEKİ TEMEL CİHAZLAR

BY-PASS VANASI

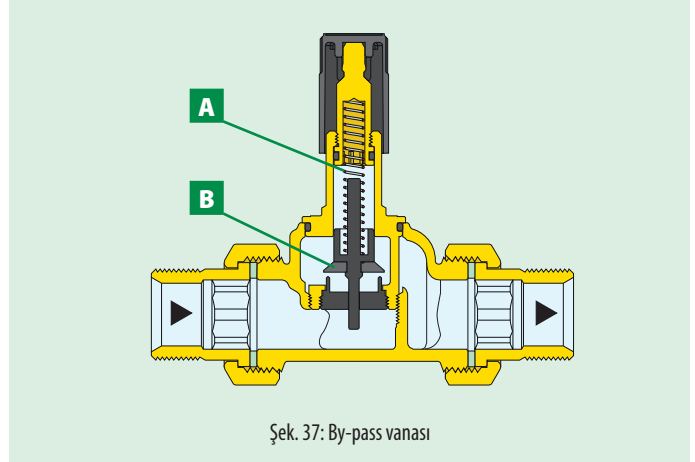
Isı pompası sistemlerinde minimum su debisinin sürekli sirkülasyonu, cihazın güvenli ve verimli çalışması açısından hayati öneme sahiptir. Özellikle sistem, primer ve sekonder devrelere ayrılmışsa, bu minimum debi hidrolik ayırıcı tarafından sağlanır. Diğer sistem konfigürasyonlarında ise zon kontrol vanaları (termostat kontrollü) nedeniyle oluşabilecek kesintilere karşı, sistem hattının sonuna by-pass vanası veya diferansiyel by-pass vanası entegre edilir.

BY-PASS VANASININ ÇALIŞMA PRENSİBİ

By-pass vanası, sistemde belirli bir diferansiyel basınç eşiği aşıldığında devreye girerek, bir miktar termal akışkan ortamın akış hattından dönüş hattına yönlendirilmesine izin verir (by-pass etkisi). Bu, özellikle zon kontrol vanalarının kapanması sonucu oluşabilecek aşırı basınç artışlarını engellemek amacıyla kritik bir işlemdir.

By-pass vanası 2 ana bileşenden oluşur. Yay mekanizması (A): Ayarlanan yay baskısı, vananın açılma (tetikleme) basıncını belirler. Obtüratör (B): Diferansiyel basınç, yay baskısını aştığında obtüratör hareket eder ve by-pass devresi açılır.

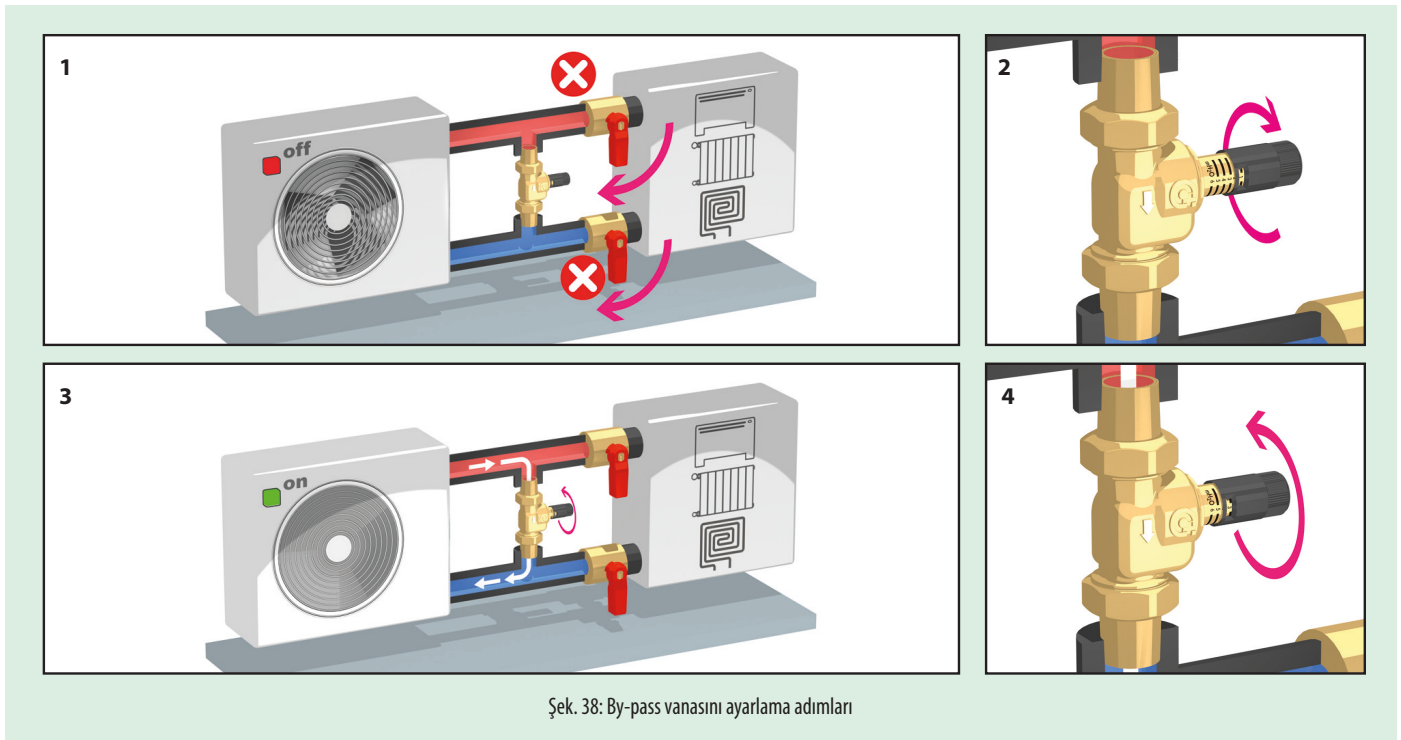
Not: Ayar sırasında seçilen yay baskısı, sistemdeki maksimum beklenen diferansiyel basınçtan biraz daha yüksek olacak şekilde belirlenmelidir. Bu sayede vana yalnızca gerektiğinde devreye girer ve gereksiz akış yönlendirmesi önlenmiş olur.



Şek. 37: By-pass vanası

By-pass vanasının doğru ayarlanması:

1. Isı pompası kapalıyken, tüm sekonder devreler (zonlar) kapatılır;
2. By-pass vanası, minimum yay baskısı ayarına getirilir;
3. Isı pompası çalıştırılır;
4. Sistemdeki debi, cihazın yerleşik elektroniği veya hatta yerleştirilmiş bir debimetre aracılığıyla ölçülür;
5. Isı pompası üreticisi tarafından belirtilen minimum debi sağlanana kadar, vana üzerindeki ayar değeri (yay baskısı) kademeli olarak artırılır;
6. Minimum debi elde edildikten sonra tüm sekonder devreler yeniden açılır.



Şek. 38: By-pass vanasını ayarlama adımları

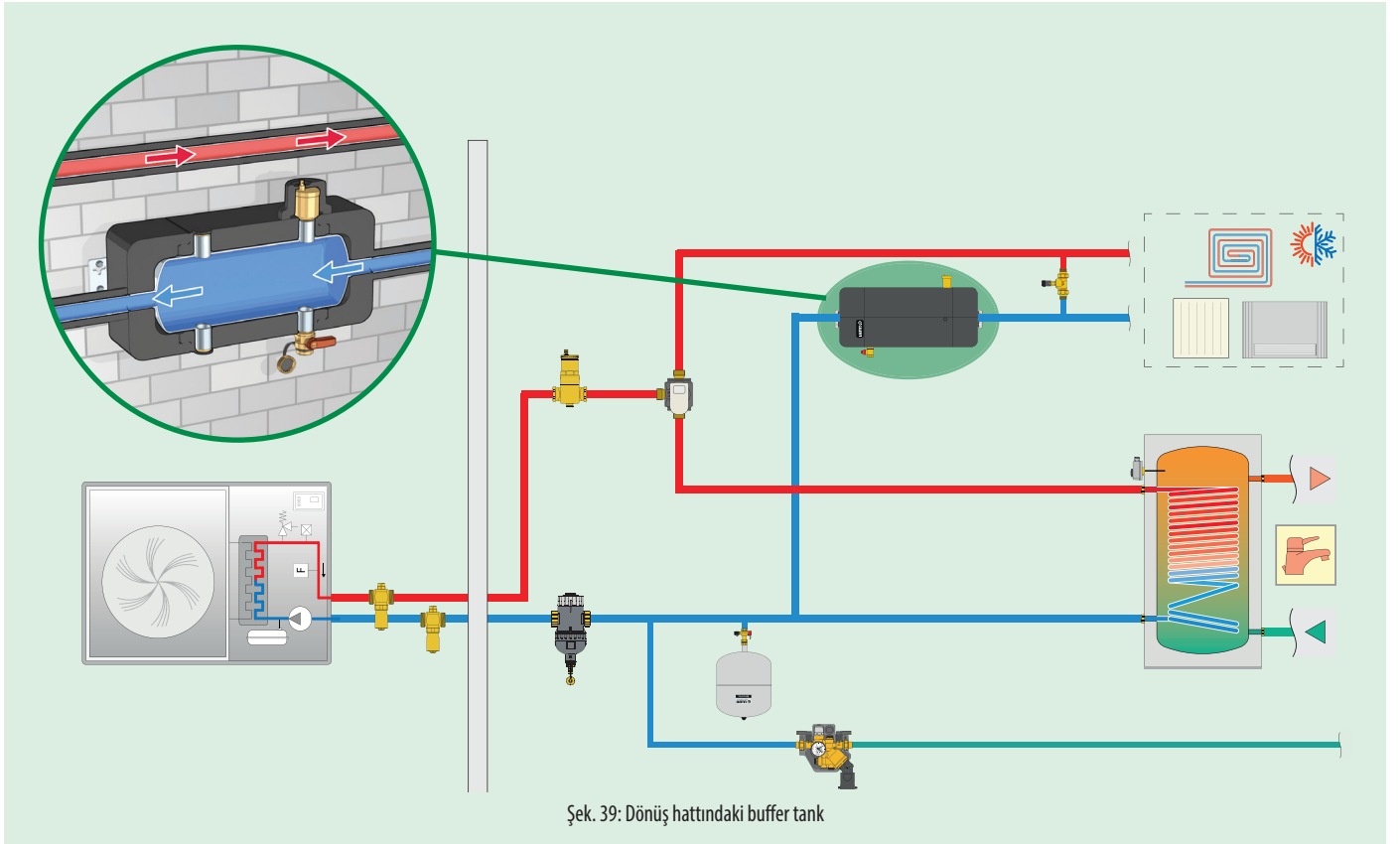
BUFFER TANK

Termostatların kapatma komutunu iletmesinden sonra, ısı pompası, kompresörde kalan ısıyı atılabilmesi için sirkülasyonu bir süre daha aktif tutmalıdır. Ayrıca, bazı dış ortam koşullarında ısı eşanjöründe defrost döngüsü devreye girer. Bu durumlarda, cihazın sürekli çalışabilir durumda kalabilmesi için hem belirli bir miktarda termal enerjiye hem de zon kontrol vanalarının kapalı olduğu senaryolarda bile sağlanması gereken minimum bir su debisine ihtiyaç vardır.

Gerekli termal enerjiyi sağlamak amacıyla sisteme bir buffer tank entegre edilebilir. Bu konfigürasyonda, minimum debinin korunması için gidiş ve dönüş hatları arasında bir by-pass vanası eklenmesi önerilir. Alternatif olarak, bu işlevi sağlayacak yerleşik hacme sahip bir hidrolik ayırıcı da kullanılabilir.

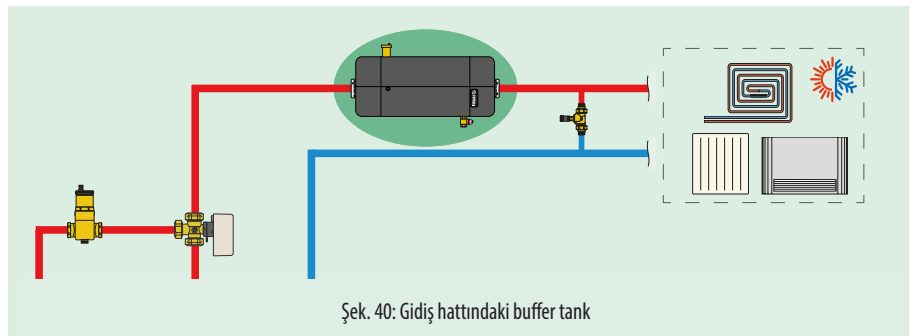
HAT ÜZERİNDE BUFFER TANK

Buffer tank sistemin gidiş ya da dönüş hattına entegre edilebilir. Dönüş hattına kurulum, ısı pompasına sabit bir dönüş sıcaklığı sağlayarak, düşük sıcaklıktaki hacim nedeniyle ısı kaybını en aza indirir.



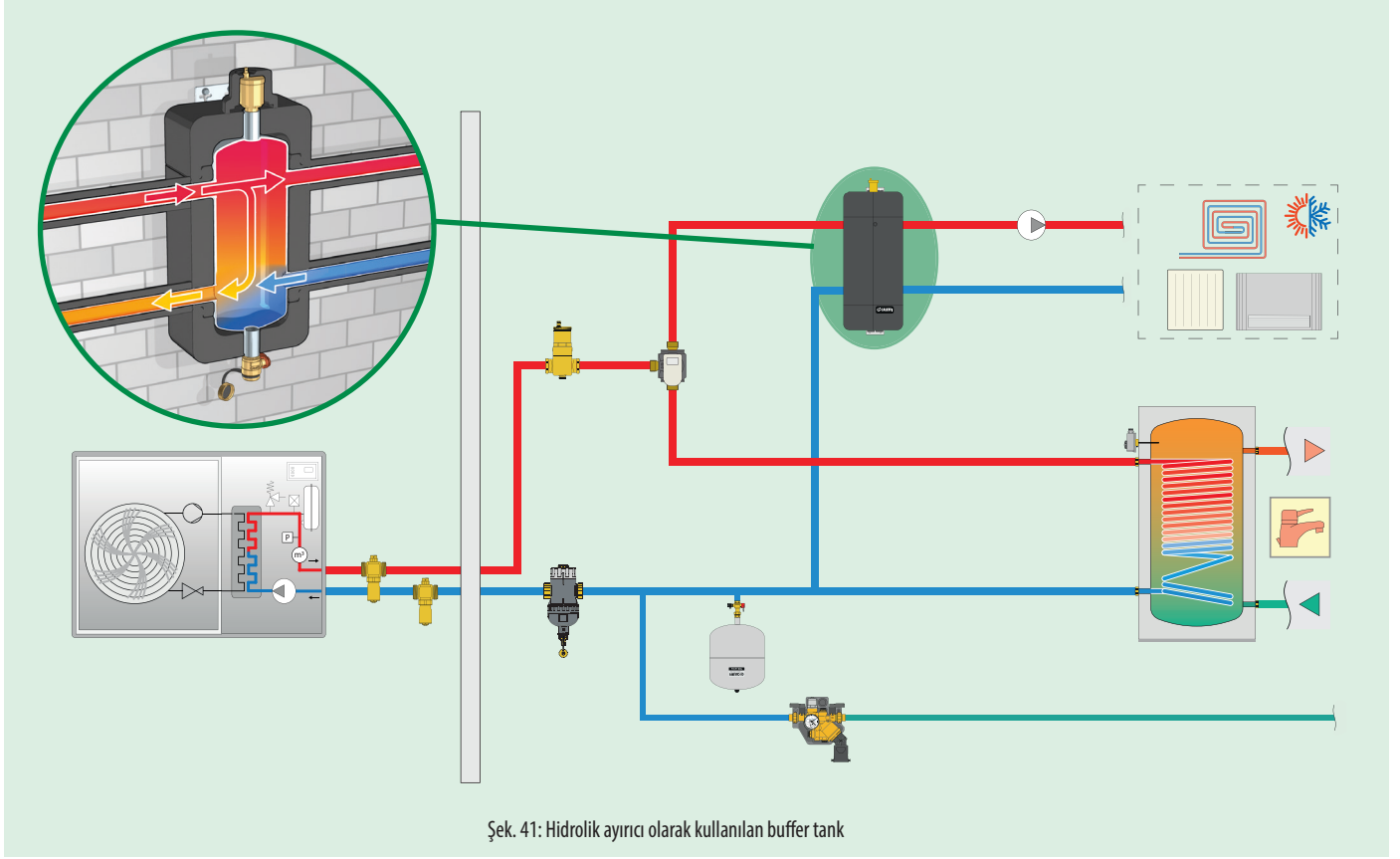
Şek. 39: Dönüş hattındaki buffer tank

Gidiş hattına kurulum, emisyon sistemine daha stabil bir sıcaklık sağlama avantajına sahiptir.



Şek. 40: Gidiş hattındaki buffer tank

ATALETLİ HİDROLİK AYIRICI



BOYUTLANDIRMA

Yaygın tasarım uygulamalarında, sistemde gerekli olan teknik su hacmi, gerçek ihtiyaçtan daha yüksek değerlere göre boyutlandırılmaktaydı. Örneğin, 15 kW'a kadar olan sistemler için tipik olarak 100 litrelik bir hacim öngörülüyordu. Ancak bu yaklaşım, güncel sistem gereksinimlerini tam olarak yansıtmamaktadır. Gerçekte, sistemde bulunması gereken su hacmi, ısı pompasının termal gücüyle orantılı olmalı ve üretici tarafından belirlenen teknik kriterlere göre hesaplanmalıdır.

Isı pompalarının teknolojik gelişimiyle birlikte — özellikle performans iyileştirmeleri ve yeni nesil soğutucu akışkanların kullanımı sayesinde — sistemin ihtiyaç duyduğu teknik su hacmi giderek azalmıştır. Günümüzde üreticiler, **cihazın her 1 kW'lık termal gücü için sistemde en az 2 ila 6 litre arası su hacmi bulundurulmasını önermektedir.**

l/kW	Isı pompası gücü [kW]										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	10	10	15	15	20	20	20	25	25	30	30
3	15	20	20	25	25	30	35	35	40	40	45
4	20	25	30	30	35	40	45	50	50	55	60
5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
6	30	35	40	50	55	60	65	70	80	85	90

Tab. 6: Üreticilerin ısı pompaları için her zaman gerekli gördüğü minimum su hacmi

YÖNLENDİRİCİ VANA

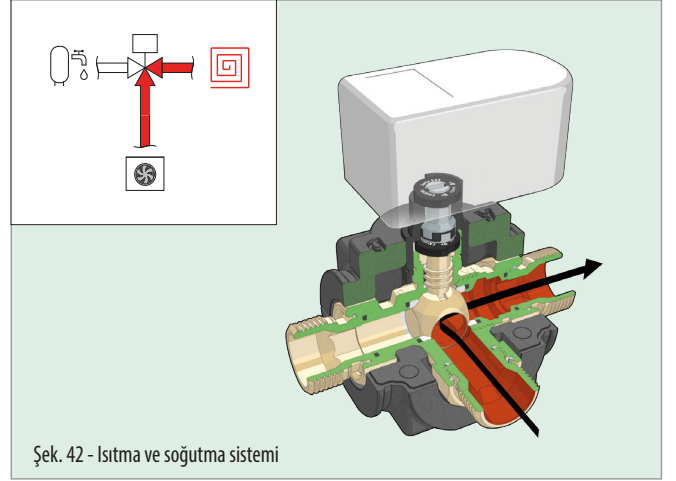
Üç yollu yönlendirici vana, sistemde kullanım sıcak suyu üretimine öncelik verecek şekilde çalışmak üzere tasarlanmıştır. Vana, depo üzerinde konumlandırılmış bir termostattan gelen sinyale göre doğrudan ısı pompası tarafından kontrol edilir.

Depolama tankında kullanım sıcak suyu talebi bulunmadığında, vana konumu ısı pompasını ısıtma/soğutma devresine bağlayacak şekilde ayarlanır. Bu durumda, oda termostatı ısı talep ettiğinde ısı pompası devreye girer ve mahal ısıtması sağlanır (Bkz. Şekil 42).

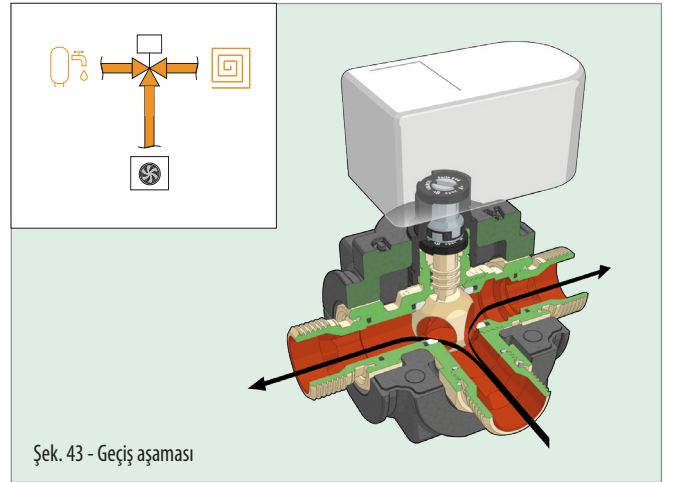
Ancak kullanım sıcak suyu talebi oluştuğunda, vana pozisyon değiştirerek ısı pompası ile kullanım suyu tankındaki ısı değiştirici serpantin arasında bağlantı kurar. Eğer aynı anda ısıtma sistemi de aktifse, öncelik kullanım sıcak suyuna verilir ve mahal ısıtması geçici olarak durdurulur.

Sistem tasarımında, ısı pompasının sirkülasyon pompası genellikle çalışmayı durdurmaz. Bu nedenle, üç yollu vananın yönlendirme yaptığı çıkışlar her zaman açık olmalı ve termal akışkanın sirkülasyonu hiçbir koşulda tamamen engellenmemelidir. Şekil 43'te görüldüğü üzere, geçiş anında yönlendirici mekanizma (örneğin küresel tip) her iki çıkış arasında kısa süreli bağlantı sağlayarak sirkülasyonda ani durmaları önler. Bu geçiş süresi genellikle çok kısadır.

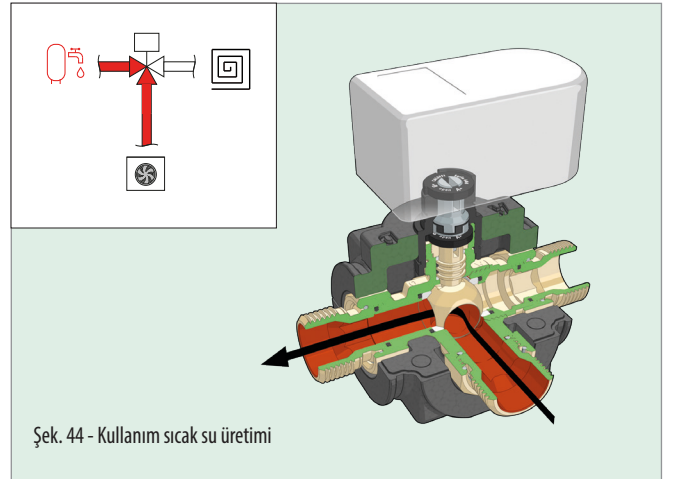
Vana dönüşünü tamamladıktan sonra ısı pompası, kullanım suyu ısıtma sistemine bağlanır ve sıcak su üretimi başlar. Bu durumda, cihazın çıkış suyu sıcaklığı otomatik olarak 50–60 °C ve üzeri değerlere çıkarılır (Bkz. Şekil 44).



Şek. 42 - Isıtma ve soğutma sistemi



Şek. 43 - Geçiş aşaması



Şek. 44 - Kullanım sıcak su üretimi

Yönlendirici vanalar, motorlu aktüatörleri aracılığıyla iki noktalı veya üç noktalı kontrol sistemleriyle çalıştırılabilir.

İKİ NOKTALI KONTROL

İki noktalı kontrol yönteminde vana, genellikle yay geri dönüşlü bir vana ya da kondenser tahliyeli bir motorla çalışır.

Yay geri dönüşlü tipte, sistem ayarlanan sıcaklığa ulaştığında, aktüatöre giden enerji kesilir ve vana, yay mekanizması sayesinde otomatik olarak ısıtma/soğutma moduna döner.

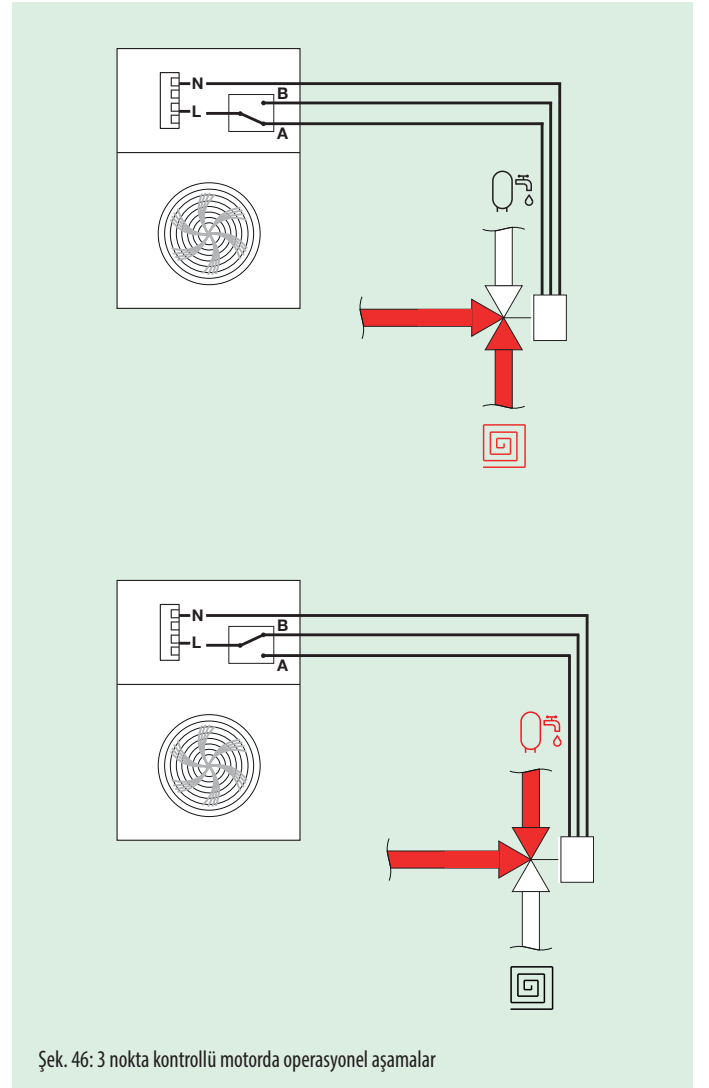
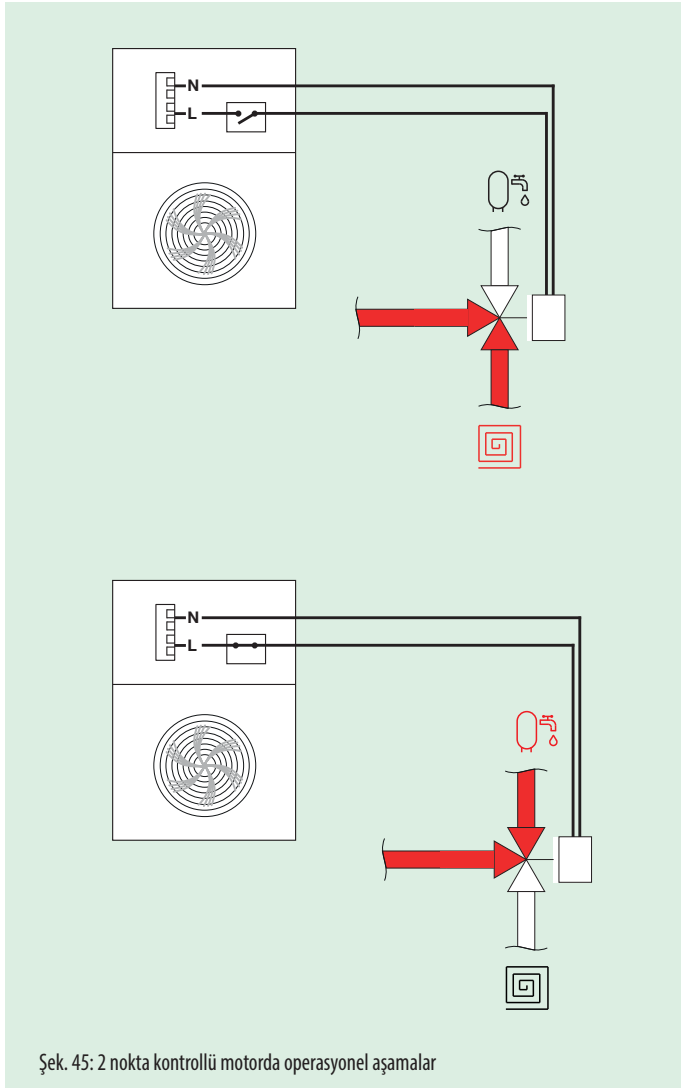
Kondenser tahliyeli tipte ise, motor içindeki enerji depolama mekanizması (kondansatör), elektrik kesildiğinde vanayı başlangıç konumuna aktif olarak geri döndürür (Bkz. Şekil 45).

ÜÇ NOKTALI KONTROL

Üç noktalı kontrol sisteminde, yönlendirme işlemi üç farklı sinyal durumuna göre gerçekleştirilir:

- A kontağına enerji verildiğinde, motor vanayı ısıtma/soğutma devresine yönlendirir.
- B kontağına enerji verildiğinde, motor vanayı kullanım sıcak suyu tankına yönlendirir.
- Her iki kontağa da enerji verilmediğinde, motor bulunduğu son konumda kalır ve vana pozisyonunu korur.

Bu kontrol seçenekleri, sistem tasarımına ve kontrol senaryosuna bağlı olarak seçilir ve ısıtma ile kullanım suyu üretimi arasındaki öncelik yönetimini optimize etmekte kullanılır.



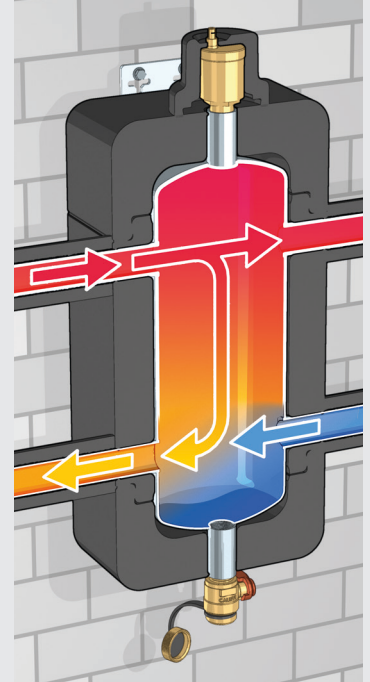
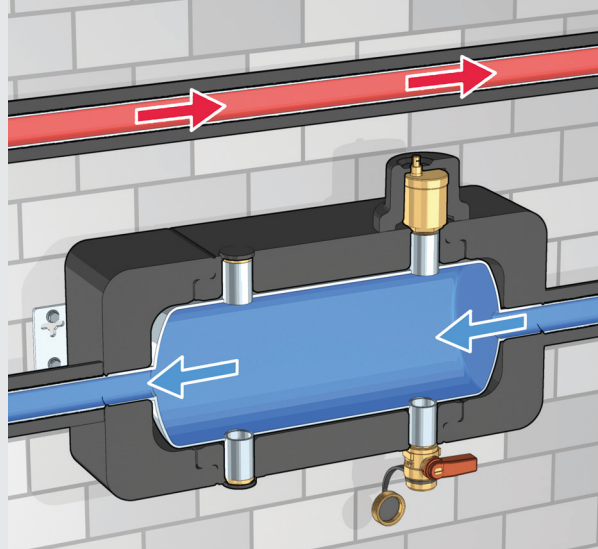


- Hidrolik ayırıcı işlevini buffer tank hacmi ile birleştirir
- Paslanmaz çelik gövde
- Isıtma ve soğutma sistemlerine uygun yalıtım
- Benzer 6 bağlantı sayesinde esnek kurulum
- Hat üzeri buffer tank olarak kullanılabilir

Isı pompası sistemlerinde kullanılan paslanmaz çelik ataletli hidrolik ayırıcı, **iki temel işlevi** aynı anda yerine getirir: **hidrolik ayırma** ve **buffer tank**.

Hidrolik ayırma, **primer devre** (ısı pompası tarafı) ile **sekonder devre** (terminal üniteler, örneğin radyatörler veya fan coil'ler) arasındaki debi dengesini sağlar. Bu sayede her iki devre, birbirinden bağımsız olarak çalışabilir; primer devredeki debi değişiklikleri sekonder devreyi etkilemez. Diğer bir işlev ise minimum su hacmi garantisidir, aynı zamanda ayırıcının gövdesindeki su hacmi, **ısı pompasının** sağlıklı ve kararlı çalışabilmesi için gerekli **minimum sistem su içeriğini sağlar**. Böylece, ısı pompasının sık devreye girip çıkması önlenir ve sistem verimliliği artırılır.

Bu seri, **hem dikey hem yatay** montaja uygun olup, ısıtma-soğutma modlarında **çalışacak şekilde tasarlanmıştır**. Yapısında kullanılan paslanmaz çelik malzeme, uzun ömür ve korozyona karşı yüksek dayanım sağlar.



AISI 304 paslanmaz çelik malzeme

5485 serisi hidrolik ayırıcı, geleneksel karbon çeliği tiplerine göre daha yüksek kaliteli bir üründür ve bu nedenle termal sistemin temiz tutulmasına yardımcı olur. Bu nedenle korozyondan kaynaklanan yabancı maddelerin neden olduğu sorunların sayısını azaltır ve sonuç olarak tüm sistem için bakım maliyetlerini minimize eder.

Boyutlandırma

Hidrolik ayırıcı, girişteki önerilen maksimum debi değerine uygun olarak boyutlandırılmalıdır. Seçilen değer, primer devre debilerinin toplamı ya da sekonder devre debilerinin toplamından büyük olmalıdır.

Öte yandan, hidrolik ayırıcı hacmi, defrost aşamaları sırasında bile cihazın düzgün çalışmasını sağlamak için ısı pompası üreticisi tarafından gerekli görülen minimum su hacmine bağlıdır. Genel olarak, daha modern ısı pompalarında, cihaz gücüne göre hesaplanan ve 2,5 ila 3,5 litre/kW arasında değişen ortalama bir değer varsayabiliriz.

Hacim	Bağlantılar	Maksimum debi	Isı pompası nominal gücü
15 l	1"	3,5 m ³ /sa	3–5 kW
20 l	1"	3,5 m ³ /sa	
25 l	1"	3,5 m ³ /sa	6–8 kW
30 l	1"	3,5 m ³ /sa	9–12 kW
50 l	1 1/4"	5,5 m ³ /sa	13–25 kW

MÜSTAKİL BİR KONUT İÇİN ENERJİ İYİLEŞTİRME - UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, müstakil bir konutun enerji performansının iyileştirilmesine yönelik çeşitli vaka çalışmaları sunulmaktadır.

Örnek olarak ele alınan yapı, yalıtımsız, taşıyıcı tuğla duvarlara sahip eski bir bina olup, geleneksel bir gaz yakıtlı kazanla ısıtılmaktadır.

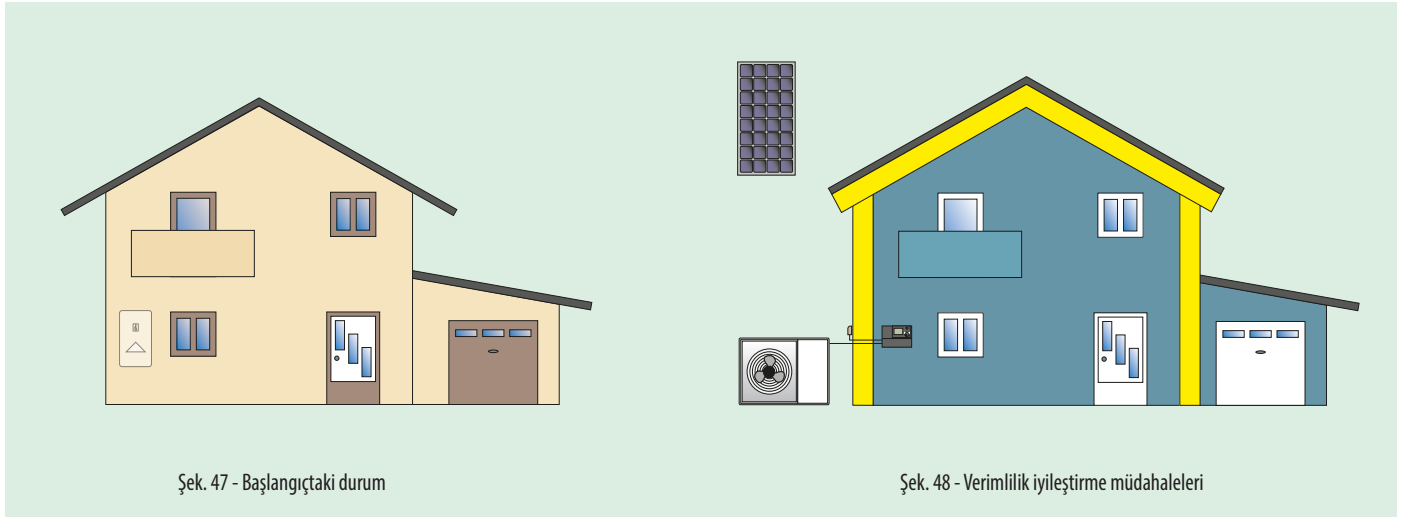
Bu tür konfigürasyonlar, enerji iyileştirmesine ihtiyaç duyan konut stoklarında oldukça yaygındır.

İnceleme kapsamında, konut sektöründe en sık karşılaşılan iki farklı ısı yayım (emisyon) sistemi dikkate alınmıştır: radyatör sistemleri ve radyant panel (yerden ısıtma) sistemleri.

Bu iki kategorinin her biri için çeşitli iyileştirme müdahaleleri analiz edilmiştir:

- Isı Kaynağının Değiştirilmesi: Mevcut gaz kazanının, hem yoğuşmalı bir kazanla hem de havadan suya ısı pompasıyla değiştirilmesi senaryoları değerlendirilmiştir. Isı pompası senaryosunda, sistemin performansı varsayılan emisyon tipi ve mevcut yalıtım düzeyi ile uyumlu şekilde belirlenen debi sıcaklıklarıyla simüle edilmiştir.
- Sistem Düzenlemesinin Uyarlanması: Isı yayım sistemine uygun kontrol bileşenlerinin entegre edilmesi hedeflenmiştir. Radyatör sistemleri için, termostatik vanalar ve karışım vanaları uygulanmıştır. Radyan paneller içinse, karışım vanası temelli kontrol stratejisi uygulanmıştır.
- Bina Isı Yalıtımının Güçlendirilmesi: Özellikle dış duvarlar ve çatı katmanları için ek yalıtım uygulamaları değerlendirilmiştir. Bu tür yapısal müdahaleler, genel olarak en iyi maliyet/fayda oranını sunduğundan özellikle tavsiye edilmektedir.
- Fotovoltaik Sistem Entegrasyonu: Güneş enerjisi sistemleri, yalnızca ısı üretim sistemi ile birlikte çalışmak üzere ele alınmıştır. Bu yaklaşım, termal ve elektriksel faydaların birlikte değerlendirilmesini hedeflemektedir.

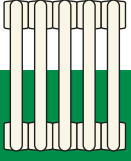
Değerlendirilen müdahaleler, bina sakinlerini yerinde tutarak gerçekleştirilebilecek bir enerji iyileştirmesi amacıyla seçilmiştir.



İyileştirme senaryoları, konutta yaşayan kullanıcıların tahliye edilmesini gerektirmeyecek şekilde seçilmiştir. Ayrıca, ekonomik değerlendirme yapılırken doğal gaz ve elektrik fiyatlarındaki değişkenliğin etkisi göz önünde bulundurulmuş ve üç farklı tasarruf seviyesi analiz edilmiştir:

- Nominal Senaryo: İyi tasarlanmış bir sistem varsayılır, ancak özel işletme stratejileri (örneğin, ısı pompasının gündüz öncelikli çalıştırılması) uygulanmaz.
- Minimum Senaryo: Kötü düzenlenmiş sistemin sağlayabileceği sınırlı tasarruf veya olası maliyet artışı göz önüne alınır.
- Maksimum Senaryo: İyi planlanmış ve optimize edilmiş sistemlerin sağlayabileceği en yüksek tasarruf düzeyi değerlendirilir.

İlerleyen sayfalardaki tablolarda gösterildiği gibi, bu bölüm enerji iyileştirmelerinde sistem düzenlemesinin ve yönetiminin önemini vurgulamaktadır. Aslında, en yüksek kalitedeki enerji tasarruflarının genellikle eşdeğer ekonomik tasarruflarla uyummadığı sıklıkla görülmektedir.



RADYATÖR SİSTEMİ VE GELENEKSEL GAZ KAZANI BULUNAN MÜSTAKİL BİR KONUTTA ENERJİ İYİLEŞTİRME MÜDAHALELERİ

Müdahale türü				Boyut/tüketim değişikliği		
YAPI YALITIMI	ISI KAYNAĞI	SİSTEM AYARI	FOTOVOLTAİK	ISI KAYNAĞI GÜCÜ	GAZ TÜKETİMİ	ELEKTRİK TÜKETİMİ
 Yalıtımsız	 Geleneksel gaz kazanı	 ON/OFF termostat	 Fotovoltaik değil	 % 0	 % 0	 % 0
 Yalıtımsız	 Yoğuşmalı kazan	 Termostatik vanalar Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% 0	% -11	% 0
 Yapı yalıtımı	 Yoğuşmalı kazan	 Termostatik vanalar Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% -36	% -48	% 31
 Yalıtımsız	 Isı pompası	 Oda termostatu Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% 0	% -100	% 2964
 Yapı yalıtımı	 Isı pompası	 Oda termostatu Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% -36	% -100	% 1302
 Yalıtımsız	 Isı pompası	 Oda termostatu Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik	% 0	% -100	% -2153
 Yapı yalıtımı	 Isı pompası	 Oda termostatu Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik	% -36	% -100	% 638

Değerler 135 m² yüzölçümüne sahip müstakil bir ev için geçerlidir - ısı dağılım yüzey alanı 420 m² - geleneksel yığma yapı, beton ve yığma çatı - ahşap çift camlı pencere ve kapılar

Enerji tasarrufu

BİRİNCİL ENERJİ

ENERJİ SINIFI

kWs/m²/yıl

% 0

F



Ekonomik tasarruf

MINİMUM

NOMİNAL

MAKSİMUM



% 0



% 0



% 0

% 10

F

% 1,3

% 10,3

% 14,4

% 48

D

% 40,0

% 45,5

% 19,0

% 61

C

% -48,5

% 7,2

% 25,7

% 82

A3

% 32,1

% 57,5

% 66,0

% 72

A1

% -9,2

% 31,7

% 52,2

% 91

A4

% 64,2

% 31,7

% 84,4



RADYANT PANEL SİSTEMİ VE GELENEKSEL GAZ KAZANI BULUNAN MÜSTAKİL BİR KONUTTA ENERJİ İYİLEŞTİRME MÜDAHALELERİ

Müdahale türü				Boyut/tüketim değişikliği		
YAPI YALITIMI	ISI KAYNAĞI	SİSTEM AYARI	FOTOVOLTAİK	ISI KAYNAĞI GÜCÜ	GAZ TÜKETİMİ	ELEKTRİK TÜKETİMİ
 Yalıtımsız	 Geleneksel gaz kazanı	 ON/OFF termostat	 Fotovoltaik değil	 % 0	 % 0	 % 0
 Yalıtımsız	 Yoğuşmalı Kazan	 Termostatik vanalar Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% 0	% -9	% 0
 Yapı yalıtımı	 Yoğuşmalı Kazan	 Termostatik vanalar Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% -38	% -48	% 88
 Yalıtımsız	 Isı pompası	 Oda termostatı Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% 0	% -100	% 2615
 Yapı yalıtımı	 Isı pompası	 Oda termostatı Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik değil	% -38	% -100	% 884
 Yalıtımsız	 Isı pompası	 Oda termostatı Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik	% 0	% -100	% 1806
 Yapı yalıtımı	 Isı pompası	 Oda termostatı Isıtma soğutma kontrolörü	 Fotovoltaik	% -38	% -100	% 456

Değerler 135 m² yüzölçümüne sahip müstakil bir ev için geçerlidir - ısı dağılım yüzey alanı 420 m² - geleneksel yığma yapı, beton ve yığma çatı - ahşap çift camlı pencere ve kapılar

Enerji tasarrufu

BİRİNCİL ENERJİ

ENERJİ SINIFI

kWs/m²/yıl

% 0

F



Ekonomik tasarruf

MINİMUM

NOMİNAL

MAKSİMUM



% 0



% 0



% 0

% 9

F

% 5,9

% 12,9

% 11,4

% 48

D

% 46,1

% 50,1

% 14,0

% 61

B

% -16,5

% 14,5

% 28,3

% 85

A3

% 55,0

% 67,0

% 72,3

% 72

A1

% 16,9

% 39,0

% 55,2

% 91

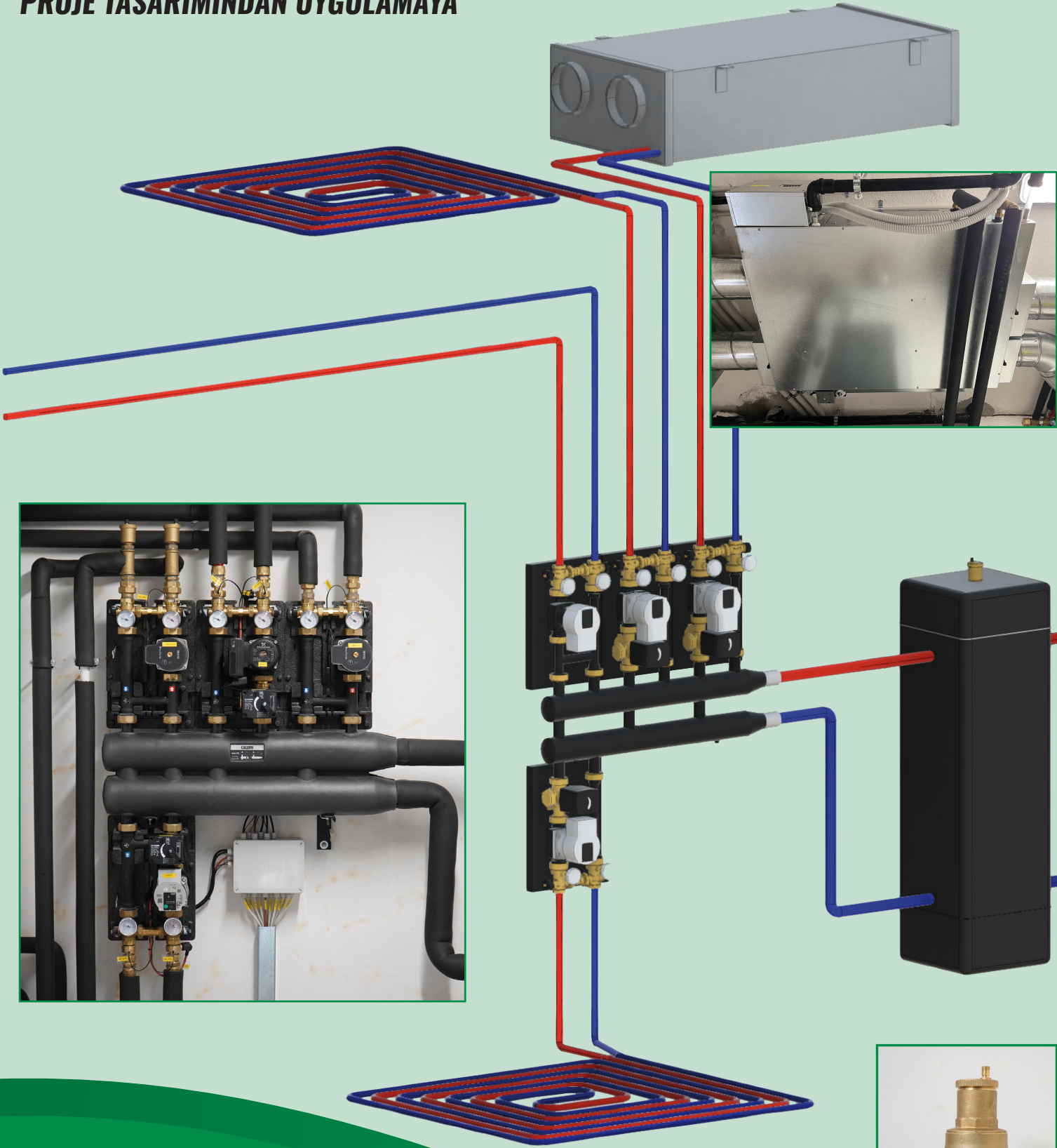
A4

% 72,6

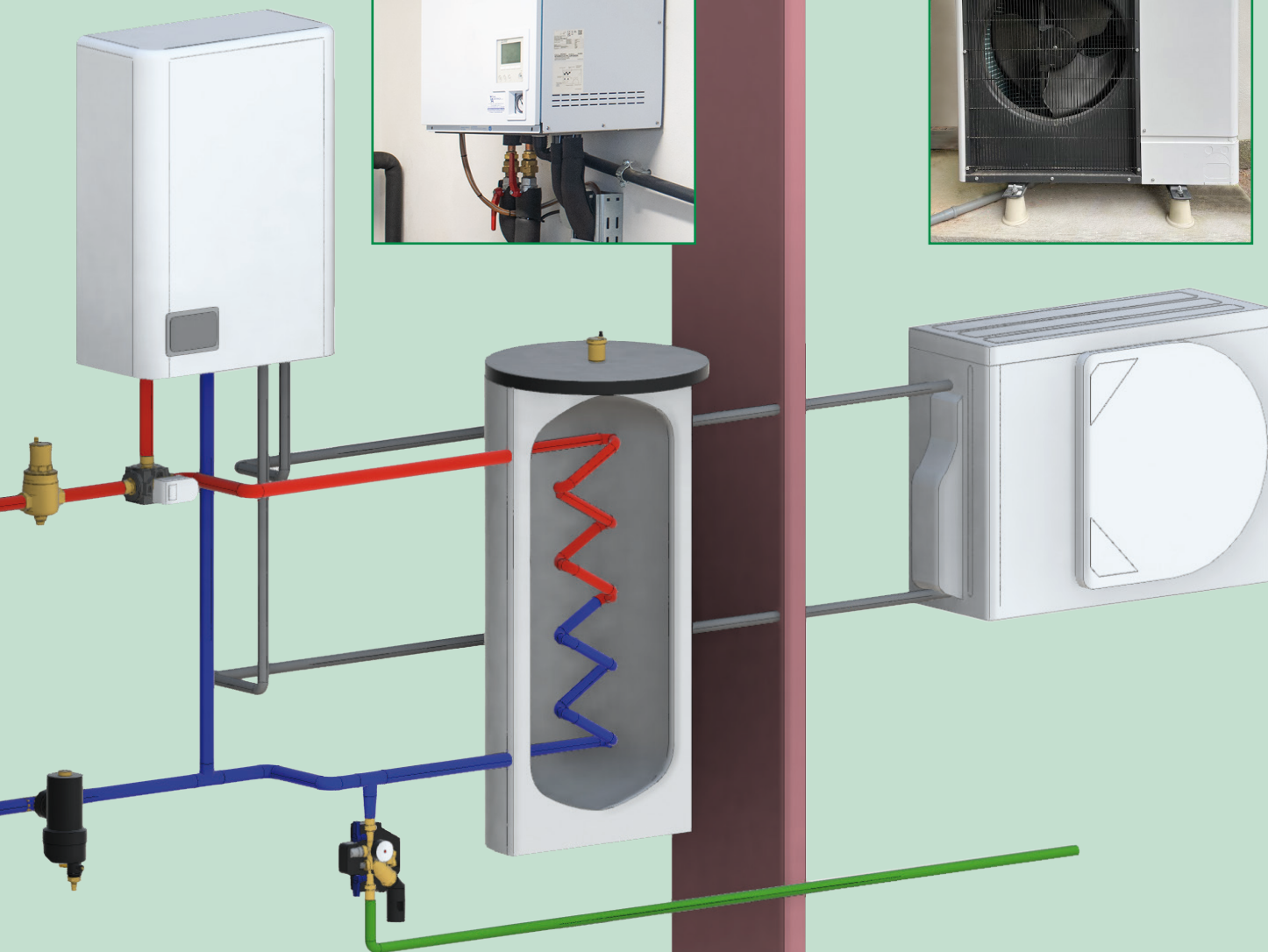
% 79,9

% 85,2

PROJE TASARIMINDAN UYGULAMAYA



Söz konusu iyileştirme müdahalesi, müstakil, iki katlı bir evdeki bir sistem içindi. 2000'li yılların başında tamamlanan orijinal sistemde, tek borulu vanalarla donatılmış dökme demir radyatörler aracılığıyla emisyon sağlayan 29 kW'lık bir gaz kazanı bulunuyordu. Genel olarak pencereler ve kapılar değiştirilmiş, yalıtımlı bir dış kaplama yapılmış, 9 kWp fotovoltaik sistem ve 20 kWh batarya kurulumu yapılmıştır. Termal sistem, radyant panel sistemi ve 400 l kullanım sıcak su deposu aracılığıyla yayılan 14 kW soğutucu split ısı pompası kaynağı ile dönüştürülmüştür. Sistemde, ısı pompası ile entegre edilen HRV bulunmaktadır. Bina enerji sınıfı F'den A4'e yükselmiştir.





www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions

YEŞİL EVRİM İÇİN ÖZEL BİLEŞENLERİMİZ



**ISI
POMPASI
SİSTEMLERİ**
ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNE DESTEK

Isı pompaları, HVACR ve sıhhi tesisat sektörünü çevreci bir bakış açısıyla değiştiriyor. Yeni nesil ısıtma ve soğutma sistemlerimizin doğru çalışmasını, verimini ve güvenliğini sağlamak için eksiksiz bir ürün yelpazesi geliştirdik: 6445 serisi zon kontrol vanası ve 518 serisi by-pass vanası, CALEFFI XF manyetik filtre ve tortu ayırıcı, 5485 serisi ataletli hidrolik ayırıcı ve iStop® antifriz vanası. **CALEFFI GUARANTEED.**

