



tmmob

uctea
chamber of mechanical engineers

makina mühendisleri odası ankara şubesi

VRF SİSTEMLER ve PROJE ÇÖZÜMLERİ

Neslihan FINDIK
Makine Mühendisi

14.12.2020

Neslihan FINDIK – Makine Mühendisi

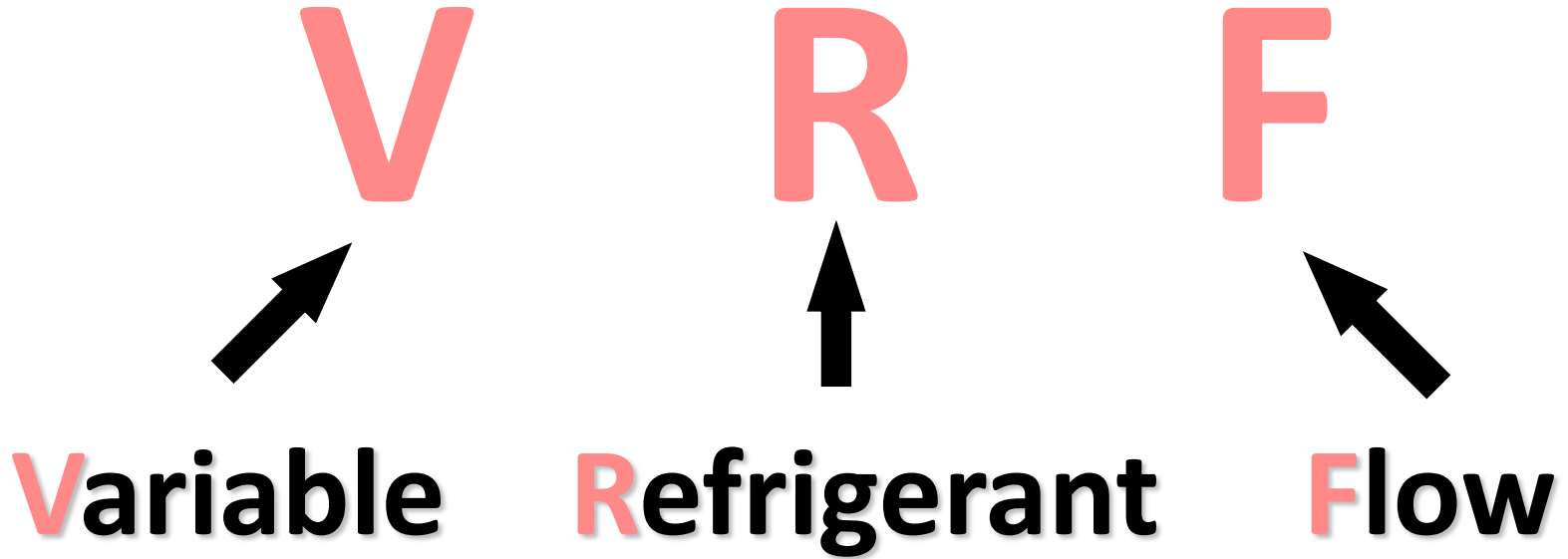
- 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden mezun oldum. Meslekte 25. Onur Yılımı kutluyorum.
- 1995 / 1998 yılları arasında Aldağ A.Ş. – Satış Mühendisi,
- 1998 / 2003 yılları arasında Atılım Mühendislik – Kurucu Ortak,
- 2003 / 2011 yılları arasında Form A.Ş. – Satış Müdürü,
- 2011 / ... yılından bu yana Mitsubishi Electric – Teknik Danışmanlık Müdürü olarak görev yaptım ve halen yapmaktayım
- Makine Mühendisleri Odası Üyesiyim, aynı zamanda Enerji Yöneticisiyim.

İçerik

- VRF Sistemler Genel Anlatımı
- Isı Geri Kazanımlı VRF Sistemleri
- VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi
- VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri
- Proje Çözümleri

VRF Sistemler Genel Anlatımı

VRF SİSTEM NEDİR?

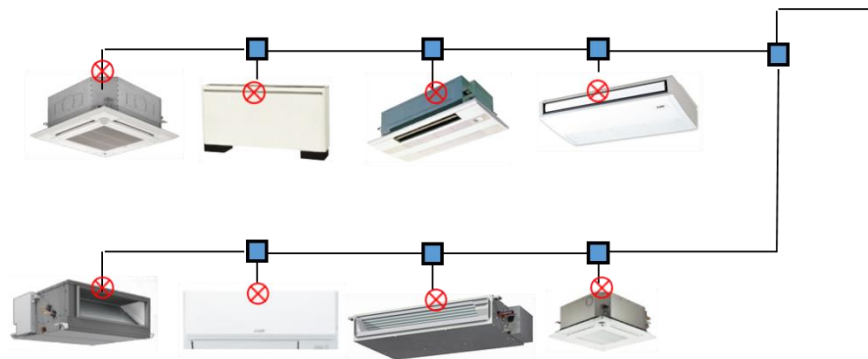


Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistem

VRF Sistemler Genel Anlatımı

VRF SİSTEM NEDİR?

- TEK BİR **DIŞ ÜNİTEYE** (VEYA DIŞ ÜNİTE GRUBUNA),
- TEK BİR **BAKIR BORU HATTI** İLE BAĞLANAN,
- ÇOK SAYIDA FARKLI **İÇ ÜNİTE** MODELİ İLE,
- GELİŞMİŞ **BİREYSEL** VEYA **MERKEZİ KONTROL** SİSTEMLERİ KULLANARAK,
- ISITMA VE / VEYA SOĞUTMA YAPAN,
- **YÜKSEK VERİMDE** KONFOR SAĞLAYAN ISI POMPASI SİSTEMLERİDİR.



VRF Sistemler Genel Anlatımı

ISI KAYNAĞINA GÖRE VRF SİSTEMLER

HAVA SOĞUTMALI SİSTEMLER

Dış ünitenin, **dış** ortama monte edildiği, üzerinden geçen hava ile soğutucu akışkan arasındaki ısı transferinin, boru / kanatçık tipi eşanjörler aracılığıyla gerçekleştiği sistemlerdir.



SU SOĞUTMALI SİSTEMLER

Dış ünitenin, **iç** ortama monte edildiği, su ile soğutucu akışkan arasındaki ısı transferinin, plakalı tip eşanjörler aracılığıyla gerçekleştiği sistemlerdir. Bu sistemlerde ilave bir su (ısı) kaynağına ihtiyaç vardır. (göl, nehir, deniz, yeraltı suları, kule, kazan vb.)



VRF Sistemler Genel Anlatımı

ISI KAYNAĞINA GÖRE VRF SİSTEMLER

HAVA SOĞUTMALI SİSTEMLER

Kapasite aralığı

Yandan atışlı dış üniteler



12,5 – 22,4 kW

Üstten atışlı dış üniteler



22,4 - 150 kW

SU SOĞUTMALI SİSTEMLER

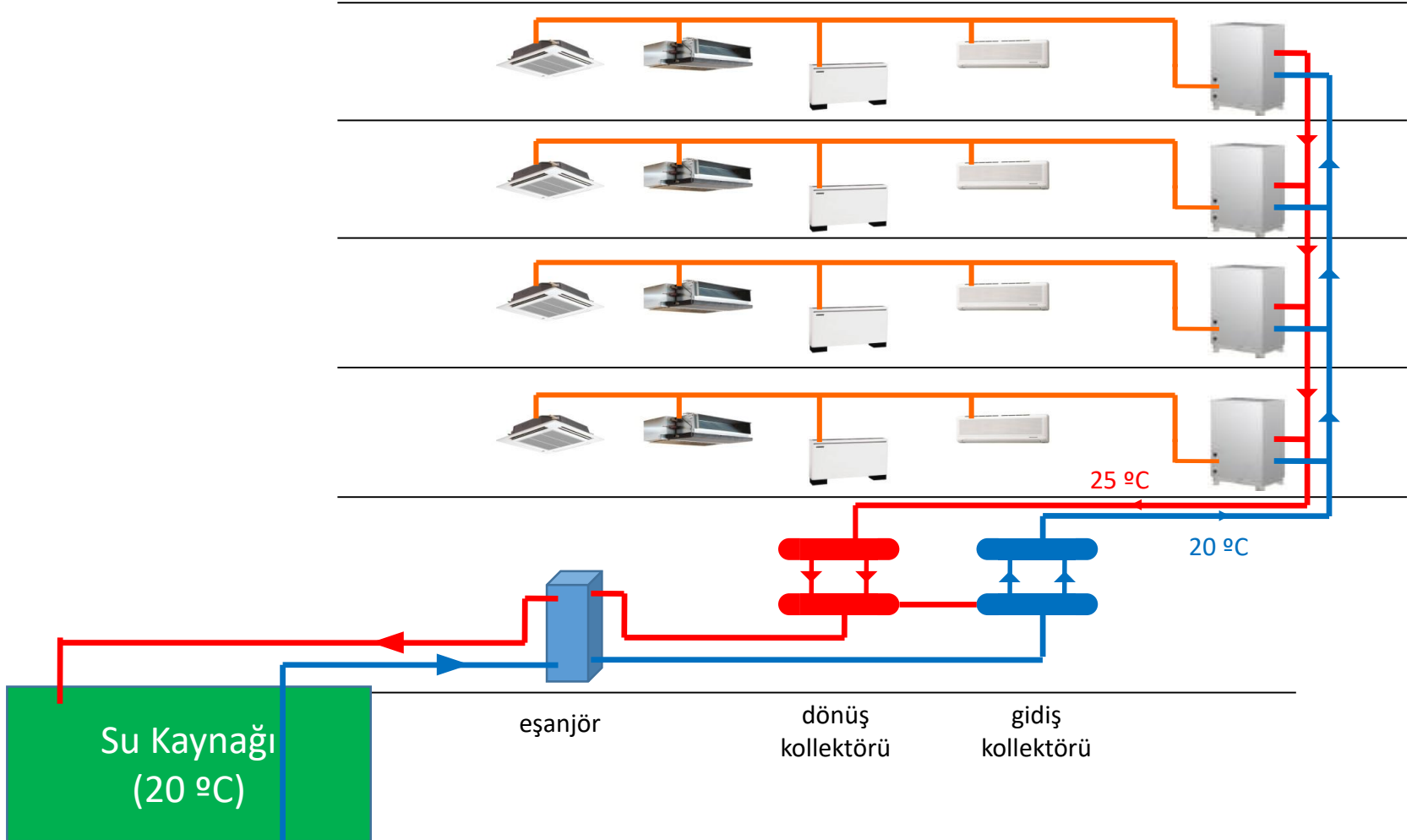
Kapasite aralığı



22,4 - 101 kW

VRF Sistemler Genel Anlatımı

SU SOĞUTMALI SİSTEM ŞEMASI (Soğutma Çalışması)

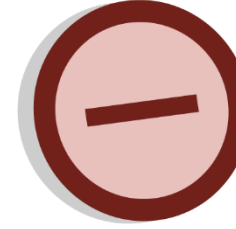


VRF Sistemler Genel Anlatımı

SU SOĞUTMALI SİSTEMİN AVANTAJLARI / DEZAVANTAJLARI



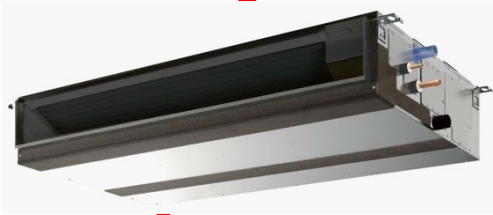
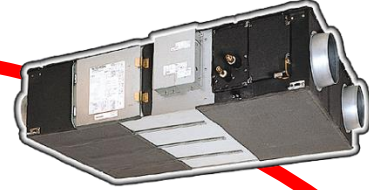
- Dış hava sıcaklığı (-) eksi değerlere düştüğünde ya da aşırı yükseldiğinde, hava soğutmalı sistemler bundan etkilenir. Su soğutmalı sistemler dış hava sıcaklığından bağımsızdır, dış ortam sıcaklığındaki değişimlerden etkilenmezler.
- **Isıtma modunda çalışırken defrost çevrimine ihtiyaç yoktur.**
- Hem ısıtma hem de soğutma çalışması sırasında yüksek verimlilik sağlar.
- CO₂ salımı düşüktür.
- Sessiz çalışma sağlanır.
- Dış ünite boyutları kompakttır.



- Su soğutmalı sistemlerde, ilave bir mekanik odaya ihtiyaç vardır. (pompa istasyonu, eşanjörler vb.)
- Dış üniteler ile su kaynağı arasında su tesisatı borulamasına ihtiyaç vardır.
- Su tarafının debi kontrolü ve yönetimi için, ilave bir otomasyona ihtiyaç vardır.
- Özellikle açık devreli sistemlerde (deniz suyu, nehir suyu vb.), suyun filtre edilmesi ve islah edilmesi gerekir.
- Su tarafının mekanik işletme ve bakımı için, ilave personel bulundurma ihtiyacı olabilir.

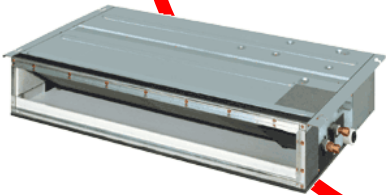
VRF Sistemler Genel Anlatımı

İÇ ÜNİTE SEÇENEKLERİ



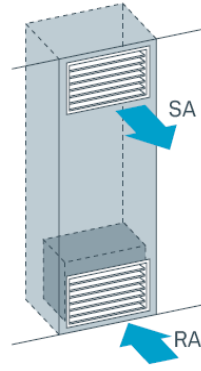
Farklı ihtiyaçlar için, pek çok farklı iç ünite seçeneği mevcuttur.

- Kaset Tip (4 Yön – 2 Yön – Tek Yön)
- Kanallı Tip (Düşük-Orta-Yüksek ESP)
- Döşeme Tipi (Gizli-Kabinli)
- Duvar Tipi
- %100 Taze Havalı, IGK



VRF Sistemler Genel Anlatımı

İÇ ÜNİTE UYGULAMA RESİMLERİ



VRF Sistemler Genel Anlatımı

İŞLETME ÖZELLİKLERİNE GÖRE VRF SİSTEMLER

HEAT-PUMP SİSTEMLER

- [Isıtma](#) modunda veya [Soğutma](#) modunda çalışan sistemlerdir.
- Dış ünite ısıtma modunda çalışıyorsa, iç ünitelerin tamamı ısıtma yapar, soğutma modunda çalışıyorsa, iç ünitelerin tamamı soğutma yapar.

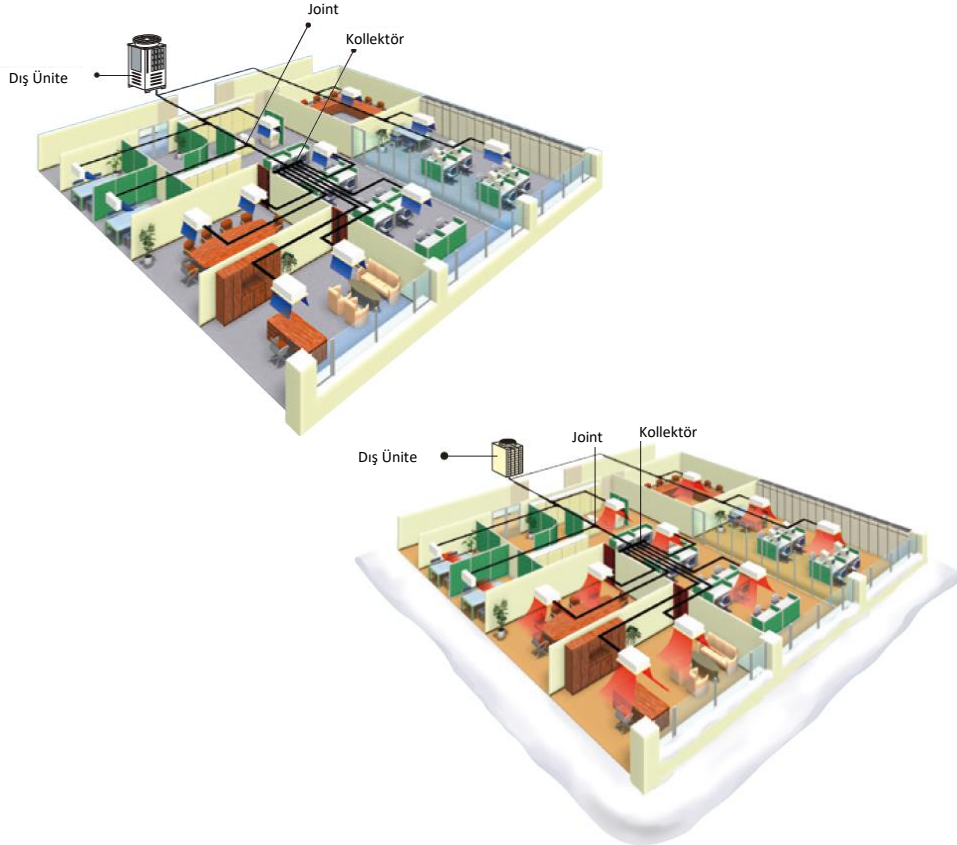
HEAT RECOVERY SİSTEMLER

- Aynı anda [Isıtma](#) , [Soğutma](#) ve [Kullanma Sıcak Suyu](#) ihtiyaçlarını karşılayan sistemlerdir.
- Eş zamanlı olarak ısıtma ve soğutma ihtiyacının bulunduğu binalarda konforu sağlamak için kullanılır.
- Bu sistemler, ısıtma yapılan mahal ile soğutma yapılan mahal arasında enerji transferi yaparak ısı geri kazanımı sağlar.
- İşletme maliyetleri düşüktür.

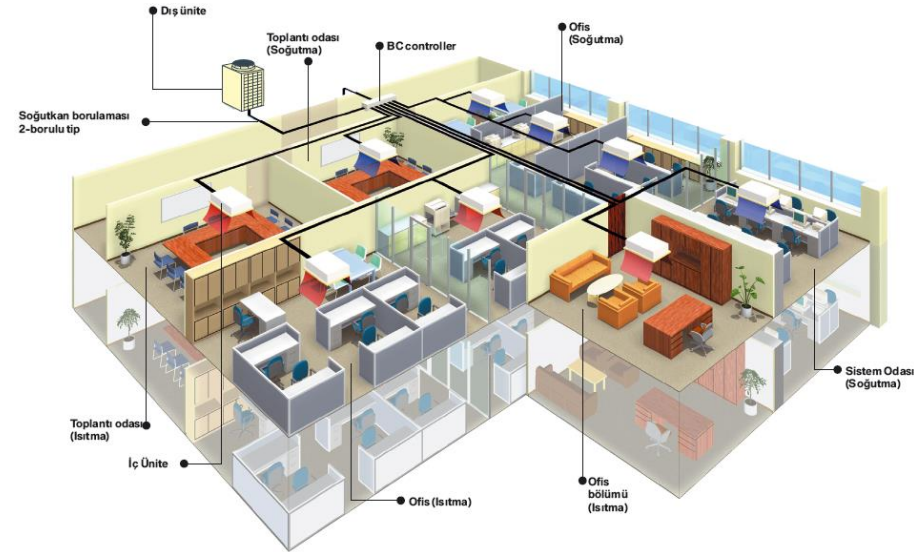
VRF Sistemler Genel Anlatımı

İŞLETME ÖZELLİKLERİNE GÖRE VRF SİSTEMLER

HEAT-PUMP SİSTEMLER



HEAT RECOVERY SİSTEMLER



Isı Geri Kazanımlı VRF Sistemler

NEDEN ISI GERİ KAZANIMI?

- Isı geri kazanımlı bir sistemin tercih edilmesindeki başlıca etken, esneklik ve verimliliğdir.
Örneğin bir heat pump sistem, geniş bir açık ofis katı için uygun olabilir. Ancak daha bölmeli yapıya sahip bir ofiste, her bir kullanıcının kişisel tercihine göre, farklı bölümlerde eş zamanlı olarak ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç duyulacaktır. Bu durumda ısı geri kazanımlı sistem kullanılmalıdır.
- Isı geri kazanımlı sistemlerin verimi, ısıtma ve soğutmadan gelen atık enerjinin, ihtiyaç duyulan yerlere transfer edilmesinden gelmektedir. Böylece heat pump sisteme göre %25'e varan enerji tasarrufu elde edilebilmektedir.
- Isıtmadan Soğutmaya geçiş süresi kısadır.
- Sistemdeki değişken yükleri tam anlamıyla verimli bir şekilde karşılar.
- Enerji geri kazanımı, Akış Kontrol Ünitesi üzerinden olduğu için verimi yüksektir.
- Sistemdeki ısıtma-soğutma dengesi bozulduğunda sistem durmaz.
- Akış Kontrol Ünitesi ve iç ünitelere rakorlu bağlantı yapılır. Kaynak yoktur.
- Kaynaklı imalat olmadığı için, hata riski minimumdur ve montaj süreleri kısadır.

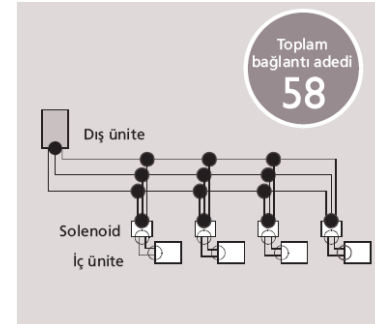
Isı Geri Kazanımlı VRF Sistemler

ISI GERİ KAZANIMLI SİSTEMLERDE BORULAMA

2 BORULU SİSTEMLER



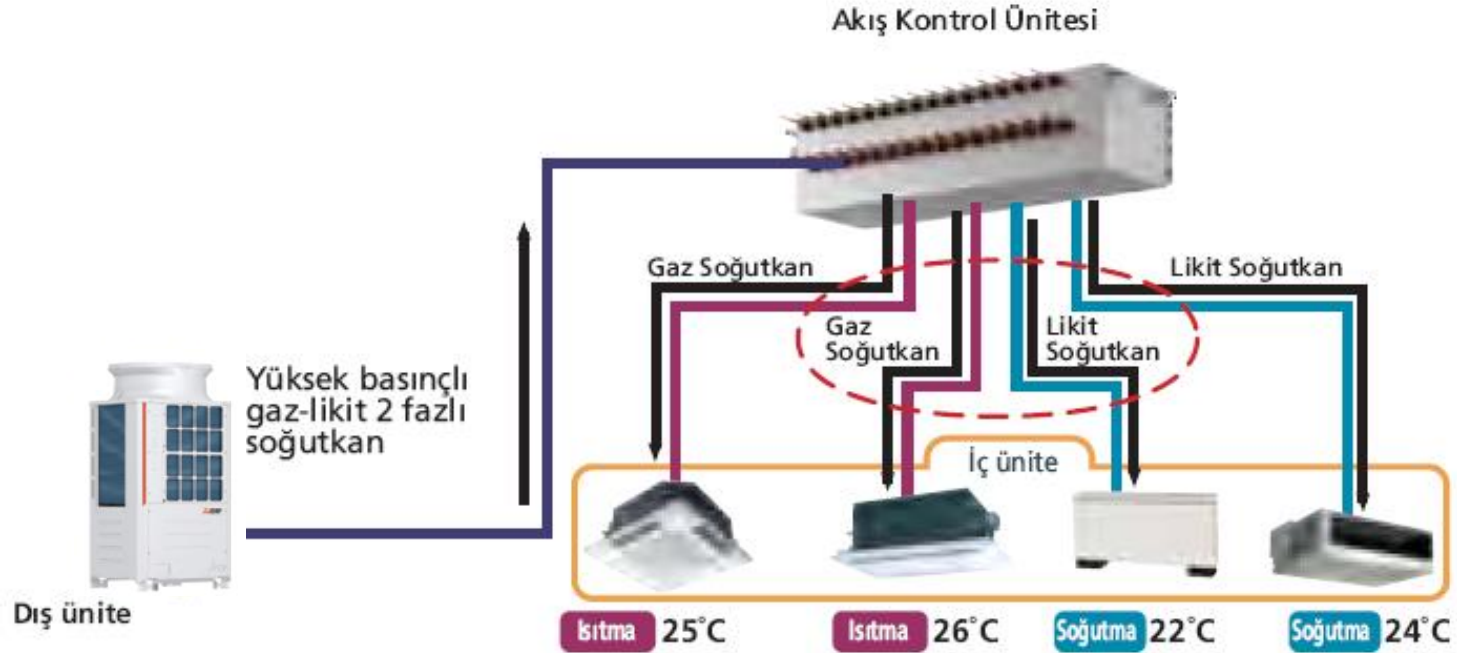
3 BORULU SİSTEMLER



○ = 2 bağlantı ● = 3 bağlantı

Isı Geri Kazanımlı VRF Sistemler

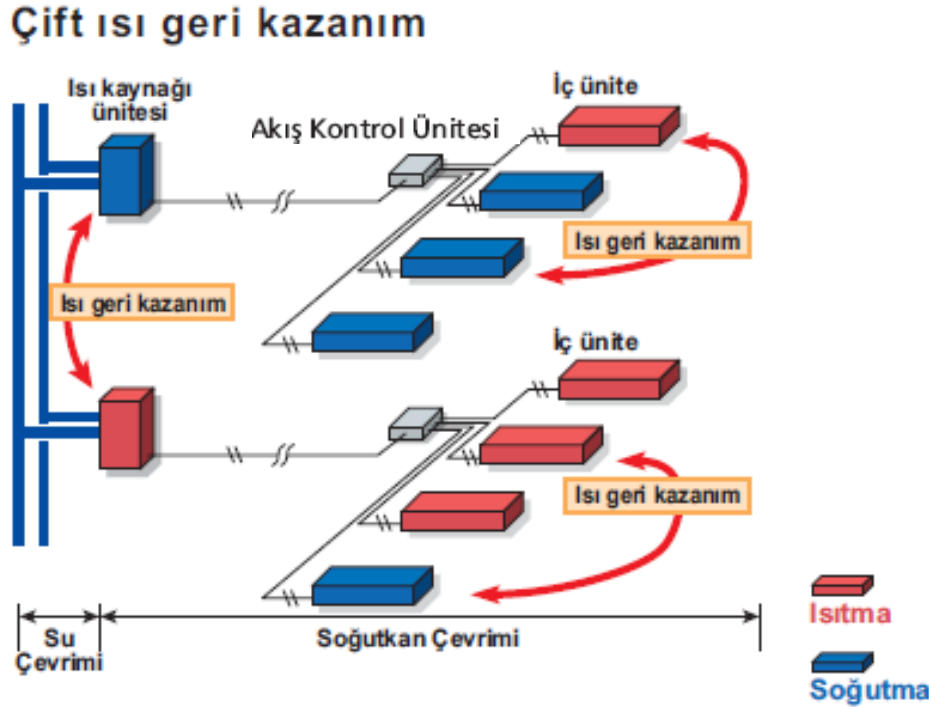
2 BORULU SİSTEM AKIŞ ŞEMASI



- İç üniteleri farklı modlarda çalıştırmak mümkündür.
- Her iç üniteye farklı bir ayar sıcaklığı girilebilir.

Isı Geri Kazanımlı VRF Sistemler

SU SOĞUTMALI ISI GERİ KAZANIMLI SİSTEM AKIŞ ŞEMASI



- Sistem aynı anda hem ısıtmada hem de soğutmada çalışabilir.
- Hem, farklı modlarda çalışan iç üniteler arasında (soğutucu akışkan üzerinden) , hem de farklı modlarda çalışan dış üniteler arasında (su üzerinden) ısı geri kazanımı olacağı için, çift ısı geri kazanımı sağlanmış olur.

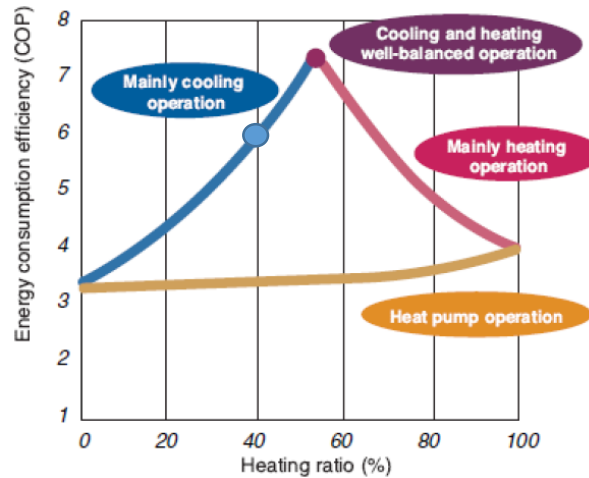
Isı Geri Kazanımlı VRF Sistemler

ÇALIŞMA MODUNA GÖRE ENERJİ VERİMLİLİKLERİ

Isı geri kazanımlı sistemlerde, sadece ısıtma veya sadece soğutma modunda (heat-pump) çalışma sırasında, verimlilik değerleri 3 – 4 arasında gerçekleşmektedir.

Ancak eş zamanlı olarak ısıtma ve soğutmanın ayna anda gerçekleştiği durumlarda, verim değerleri artmaktadır.

Örneğin, iç ünitelerin %40'ı ısıtma %60'ı soğutma modunda çalışıyorsa, verim değeri 6 civarına; ısıtma ve soğutma çalışmasının dengeli olduğu durumlarda ise 7,5 değerine kadar artmaktadır.

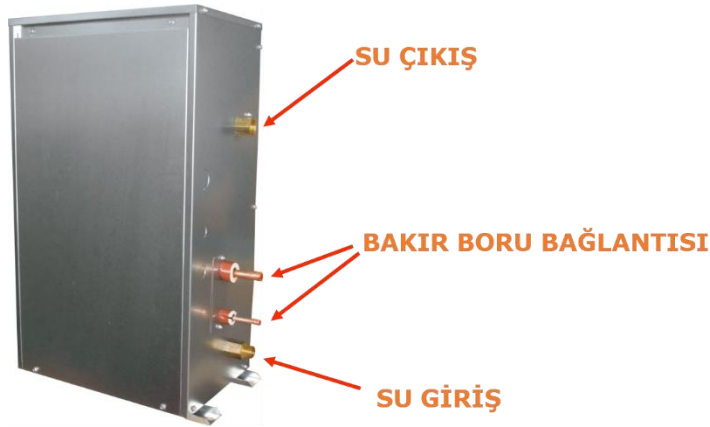


VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi

SICAK SU ÜRETİMİ

Sistemde eş zamanlı olarak ısıtma ve soğutma çalışmasının aynı anda yapılması durumunda, Heat Recovery sistemlerin verimleri artmaktadır. Bu çalışma senaryosunun en çok karşılaşıldığı durum, mahal iklimlendirmesi ile birlikte kullanma sıcak suyu elde edilmesi durumudur.

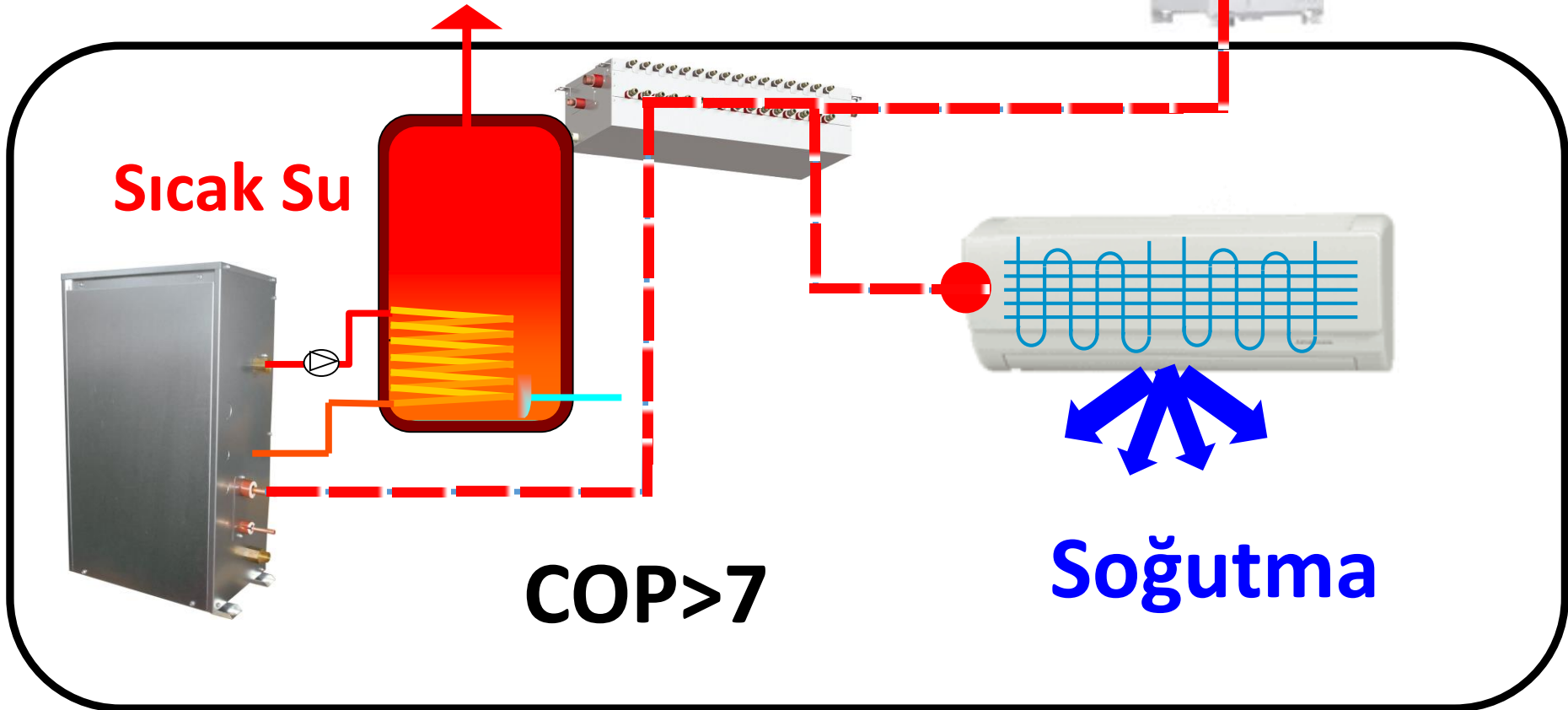
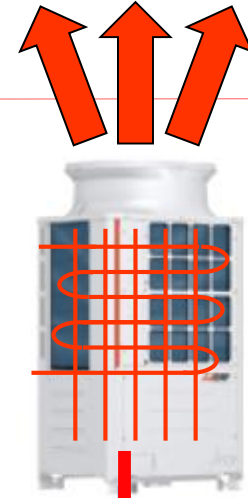
Sistem çalışma senaryosunda, mekanı soğutmak için çektiği ısıyı dışarı atarak yaklaşık 3 - 4 gibi bir soğutma verimi değerine sahip olabilirken, sıcak su kullanımı da dahil olduğunda, mekandan çekilen ısı dışarı atılmak yerine suya aktarıldığından, toplam sistem verimi 7'nin üzerine çıkabiliyor.



VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi



EER= 4



VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi

SICAK SU ÜRETİCİLERİ

TEK ÇEVİRİMLİ / DÜŞÜK SICAKLIK

- 12,5 kW ısıtma kapasitesine sahiptir.
- Hem ısıtma hem soğutma yapabilir.
- **45°C**'ye kadar sıcak su temin edilebilir.
- **5°C**'ye kadar soğuk su temin edilebilir.
- Heat-Pump ve ısı geri kazanımlı dış ünitelere bağlanabilir.
- Isı geri kazanım teknolojisi ile kullanılması durumunda yüksek enerji tasarrufu sağlar.
- Uzaktan kumanda ile kolayca kontrol edilebilir. (On/Off, sıcaklık ayarı, haftalık program yapabilme imkanı)

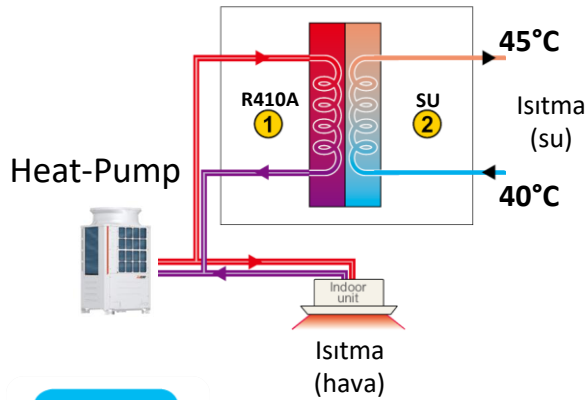
ÇİFT ÇEVİRİMLİ / YÜKSEK SICAKLIK

- 12,5 kW ısıtma kapasitesine sahiptir.
- Sadece ısıtma modunda çalışabilir.
- **70°C**'ye kadar sıcak su verebilme imkanı vardır. (Uygulamaya göre bu değer **85°C**'ye çıkabilir)
- Çift inverter teknolojisi ile yüksek enerji tasarrufu sağlar. (Dış ünite ve kendi içindeki kompresör).
- Isı geri kazanım teknolojisi ile kullanılması nedeniyle yüksek enerji tasarrufu sağlar.
- Uzaktan kumanda ile kolayca kontrol edilebilir. (On/Off, sıcaklık ayarı, haftalık program yapabilme imkanı)

VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi

SICAK SU ÜRETİCİLERİ

TEK ÇEVİRİMLİ / ISITMA



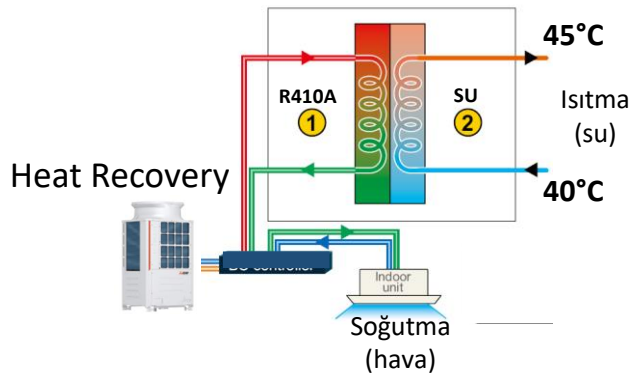
Outlet Temperature

Hot Water
45°C

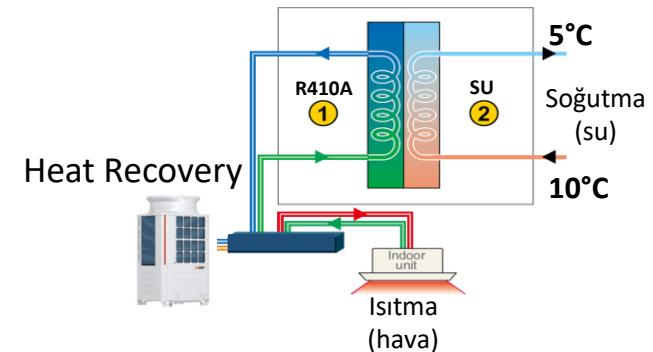
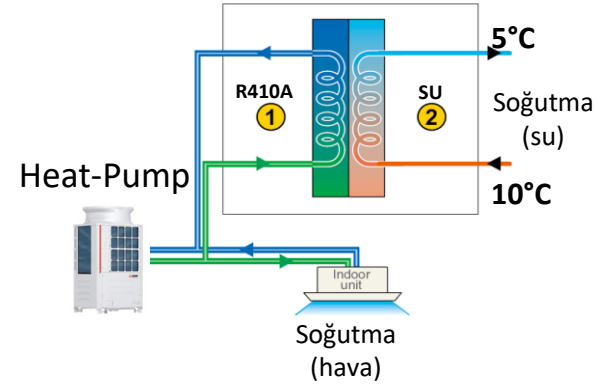
Guaranteed Operation

Water Heating at
-20°C

-20°C



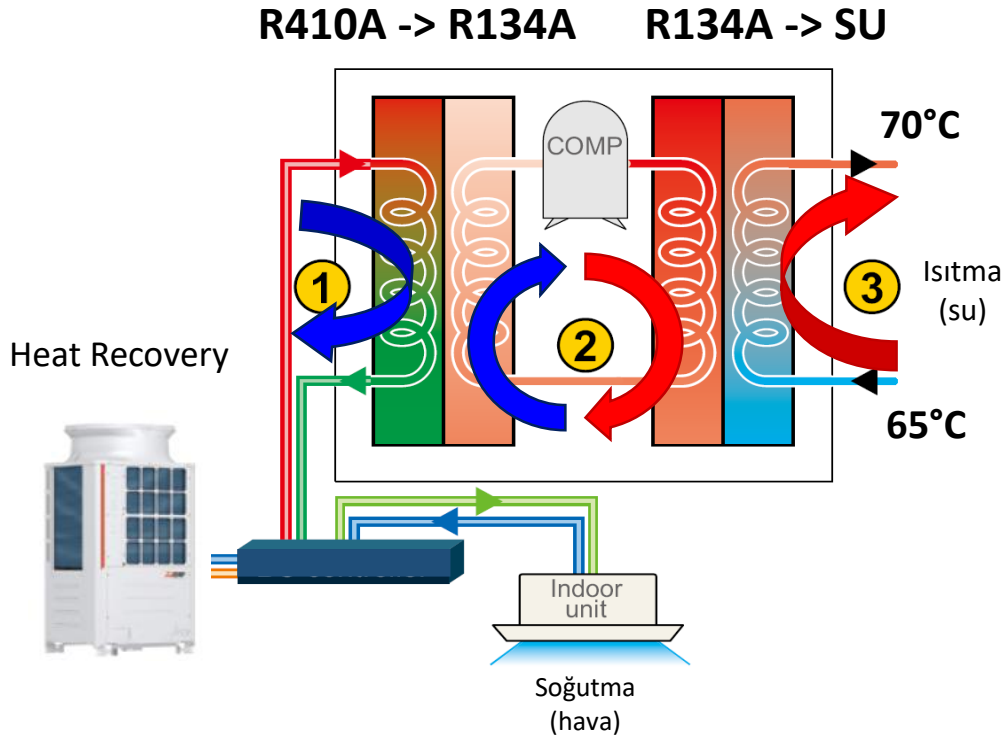
TEK ÇEVİRİMLİ / SOĞUTMA



VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi

SICAK SU ÜRETİCİLERİ

ÇİFT ÇEVİRİMLİ / ISITMA



1. R410A Çevrimi
2. R134A Çevrimi
3. Su

Outlet Temperature

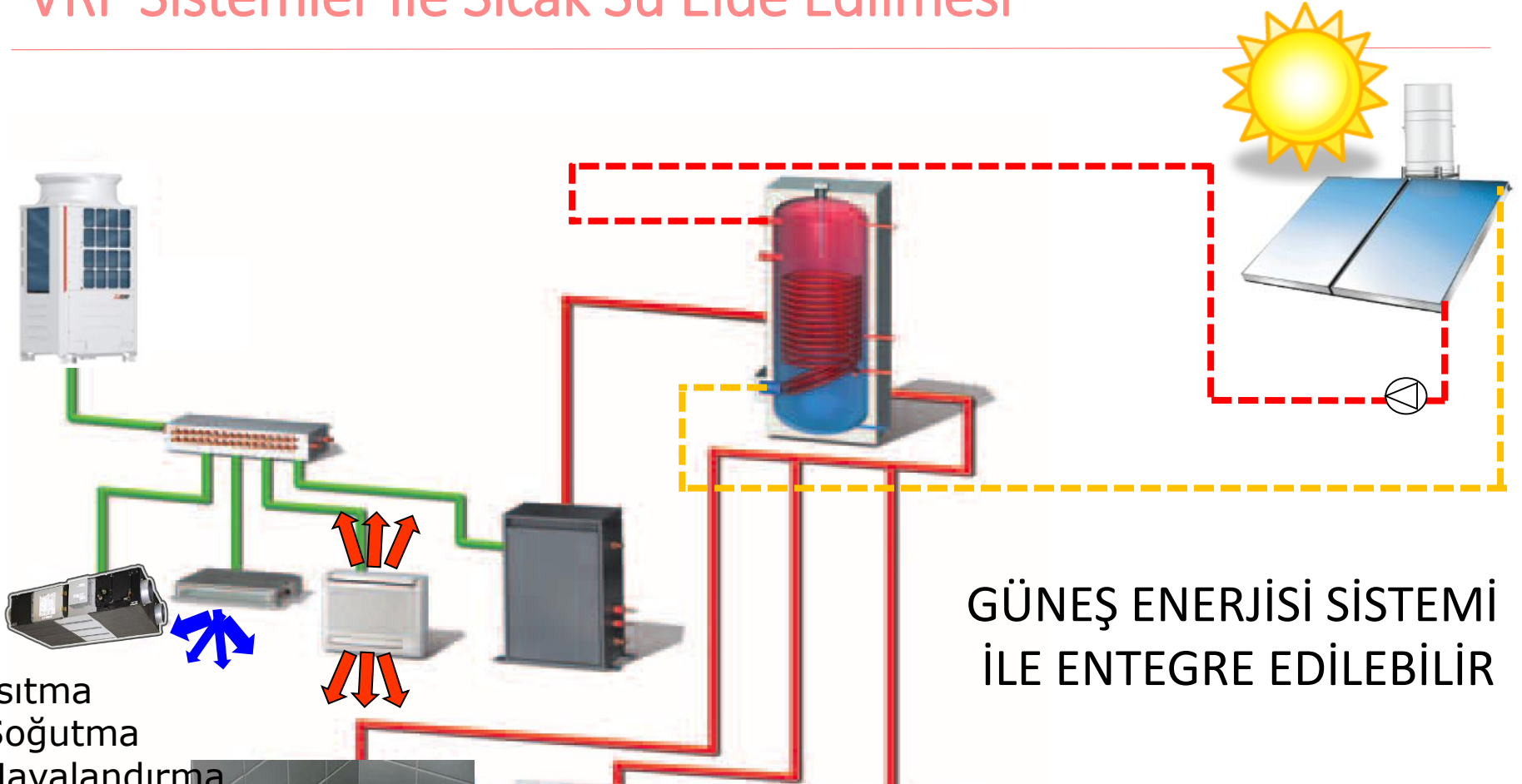
Hot Water
70°C

Guaranteed Operation

Water Heating at
-20°C

-50°C

VRF Sistemler İle Sıcak Su Elde Edilmesi



GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ İLE ENTEGRE EDİLEBİLİR

- Isıtma
- Soğutma
- Havalandırma
- Sıcak su



VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri

TAZE HAVAYA NEDEN İHTİYAÇ VAR?

Günümüzde yeni yapılan modern binalarda, enerji kaybını minimuma indirmek için, yalıtım ve sızdırmazlık konularına çok önem verilmekte ve neredeyse nefes almayan binalar tasarlanmaktadır.

İç ortamdaki kirleticiler (insanlar, mobilyalar, toz, küf vb.) havayı kirleterek, konforsuzluğa sebep olurlar.

Kötü iç hava kalitesi, sağlık problemlerine de yol açabilir. (Gözlerde yanma, nefes alma güçlüğü, hava yoluyla yayılan hastalıkların bulaşması vb.)

Kaliteli bir iç hava hem sağlıklıdır hem de konfor düzeyini artırır. Bu nedenle insanların bulunduğu ortamlara taze hava verilmesi gerekir.



VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri

TAZE HAVA ÇÖZÜMLERİ

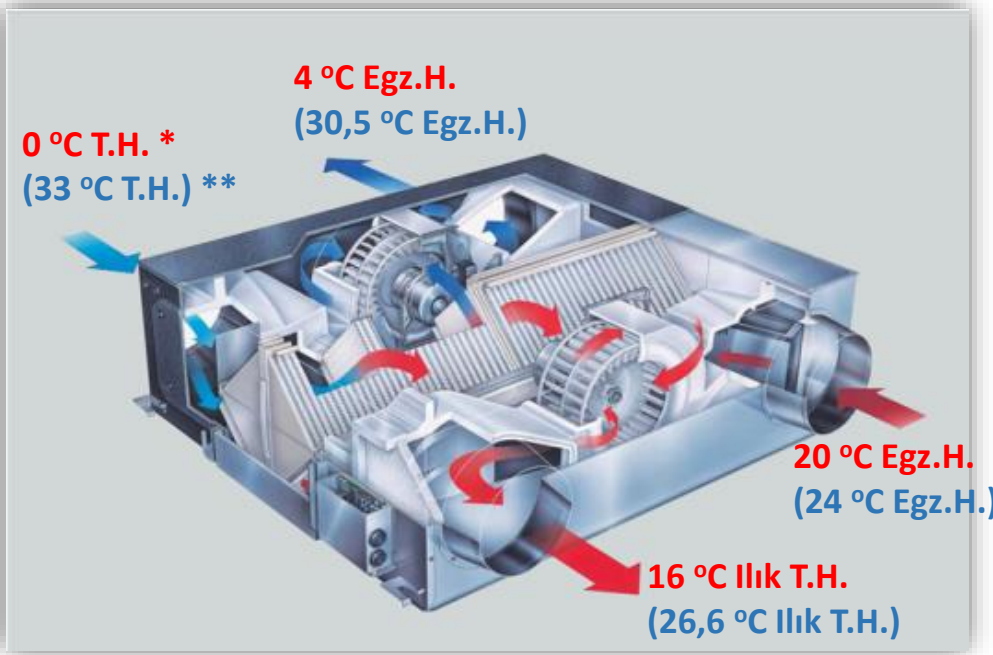
VRF sistem ile tasarlanan bir binada, taze hava ihtiyacını karşılayabilmek için, ilave başka bir sisteme (soğutma grubu, kazan) gerek kalmadan, birçok alternatif yöntem kullanılabilir.

- 1) Isı geri kazanım üniteleri
- 2) DX eşanjörlü ısı geri kazanımlı iç üniteler
- 3) %100 taze hava beslemeli iç üniteler
- 4) *Standart iç ünitelere belli bir orana kadar şartlandırılmamış dış ortam havası bağlanması*
- 5) Taze Hava Klima santrali bağlantı kitleri (VRF dış ünite ile birlikte)

VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri

TAZE HAVA ÇÖZÜMLERİ

Isı Geri Kazanım Üniteleri



* Kış sezonu koşulları

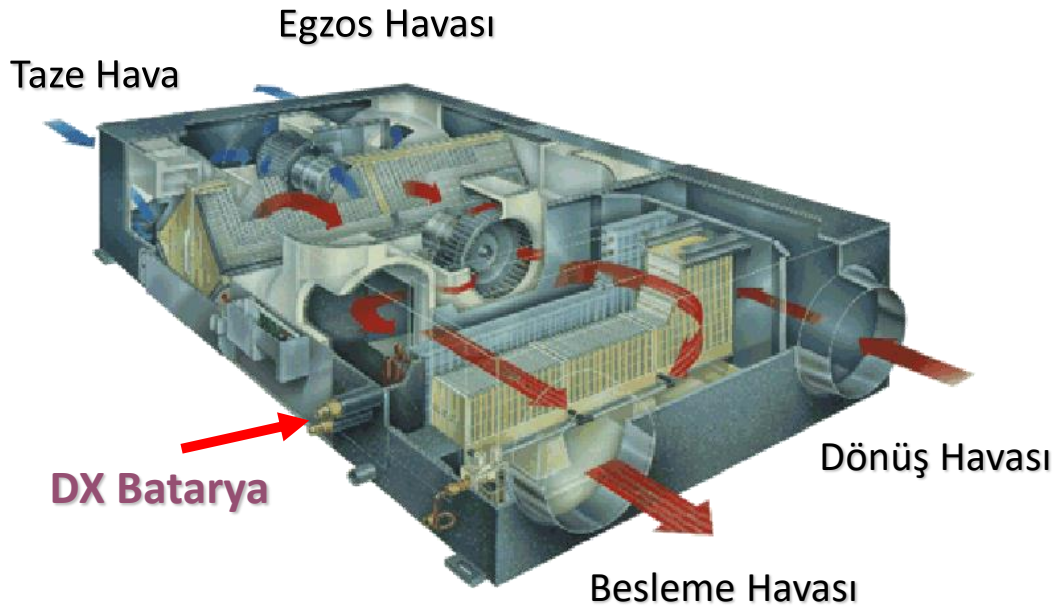
** Yaz sezonu koşulları

- Egzos fanı, Besleme fanı ve IGK Çekirdeğinden oluşur.
- IGK çekirdeğinin selülozik esaslı olması durumunda, ısı transfer verimleri %80'e kadar çıkar.
- Taze havayla egzoz havası, ayırıcı plakalar sayesinde birbirine karışmaz.
- Taze hava ve egzoz havası arasında yüksek verimli ısı transferi ve nem transferi gerçekleşir. (sadece selülozik esaslı IGK ünitelerinde)
- Sistemde, standart bir VRF iç ünitesi ile interlock yapılarak, o iç ünite ile birlikte çalışabilir. Ya da tamamen bağımsız olarak çalışabilir.
- İç ortama konulacak bir CO₂ sensöründen aldığı bilgi ile, taze hava ihtiyacına göre otomatik olarak çalışabilir, hava debisini ayarlayabilir.

VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri

TAZE HAVA ÇÖZÜMLERİ

DX Eşanjörlü Isı Geri Kazanımlı İç Üniteler

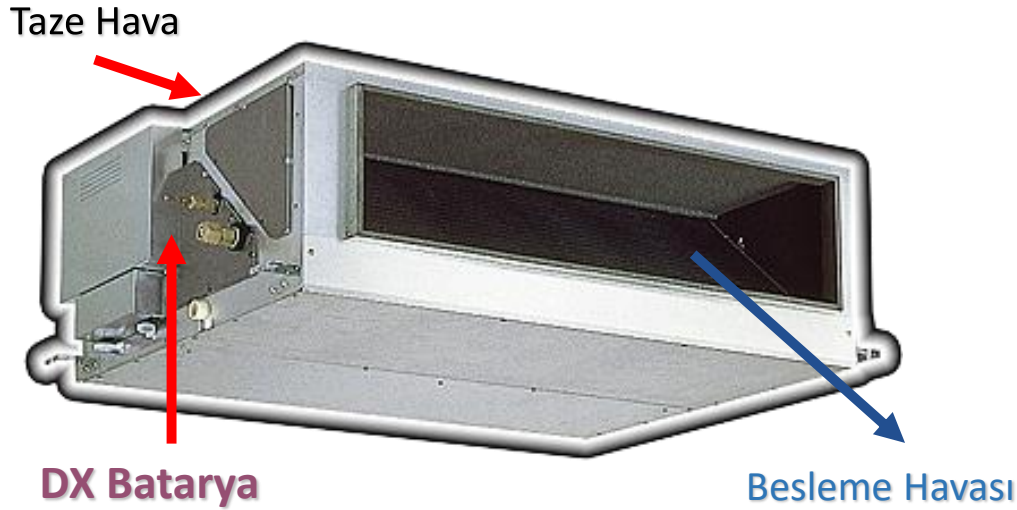


- Egzos fanı, Besleme fanı, IGK Çekirdeği ve DX eşanjörden oluşur.
- Isı geri kazanım ünitesinde olduğu gibi, taze hava ve egzos havası birbirine karışmadan, yüksek verimle birbirlerine ısı transferi yapar.
- Isı geri kazanım çekirdeğinden çıkan hava, DX eşanjörden geçerek, ısıtılır veya soğutulur.
- Bu iç üniteler, standart VRF iç üniteler ile birlikte bir VRF dış ünitesine bağlanır.
- Hem taze hava yükü, hem de iç ortamın ısıtma/soğutma yükünü (bir kısmını) bu iç üniteler ile karşılamak mümkündür.

VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri

TAZE HAVA ÇÖZÜMLERİ

%100 Taze Hava Beslemeli İç Üniteler

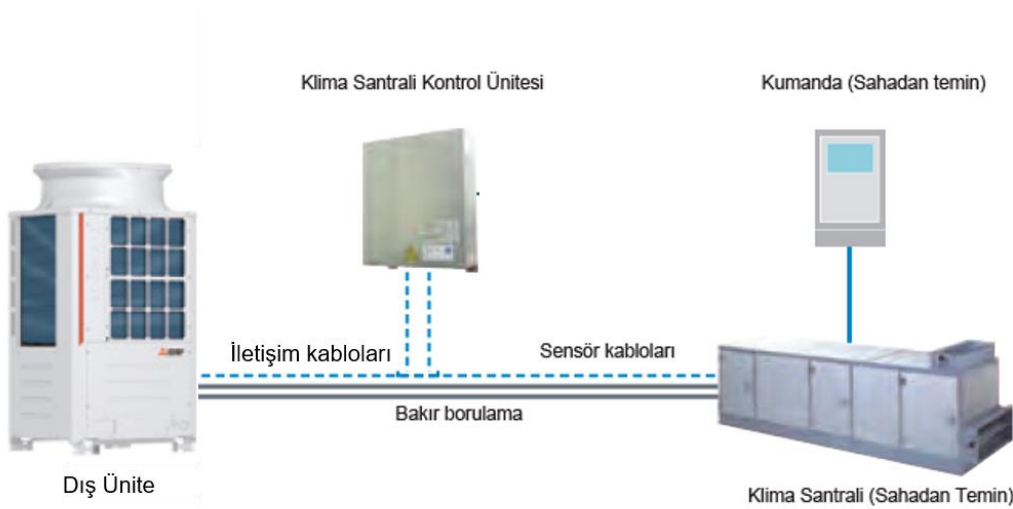


- Besleme fanı ve DX eşanjörden oluşur.
- Standart VRF iç üniteler ile birlikte bir VRF dış ünitesine bağlanır.
- Standart iç ünitelerden farkı, çalışma algoritmasıdır.
- Daha yüksek sıcaklık farkı oluşturacak şekilde dizayn edilmişlerdir.
- Hem taze hava yükü, hem de iç ortamın ısıtma/soğutma yükünü (bir kısmını) bu iç üniteler ile karşılamak mümkündür.

VRF Sistemler ve Taze Hava Çözümleri

TAZE HAVA ÇÖZÜMLERİ

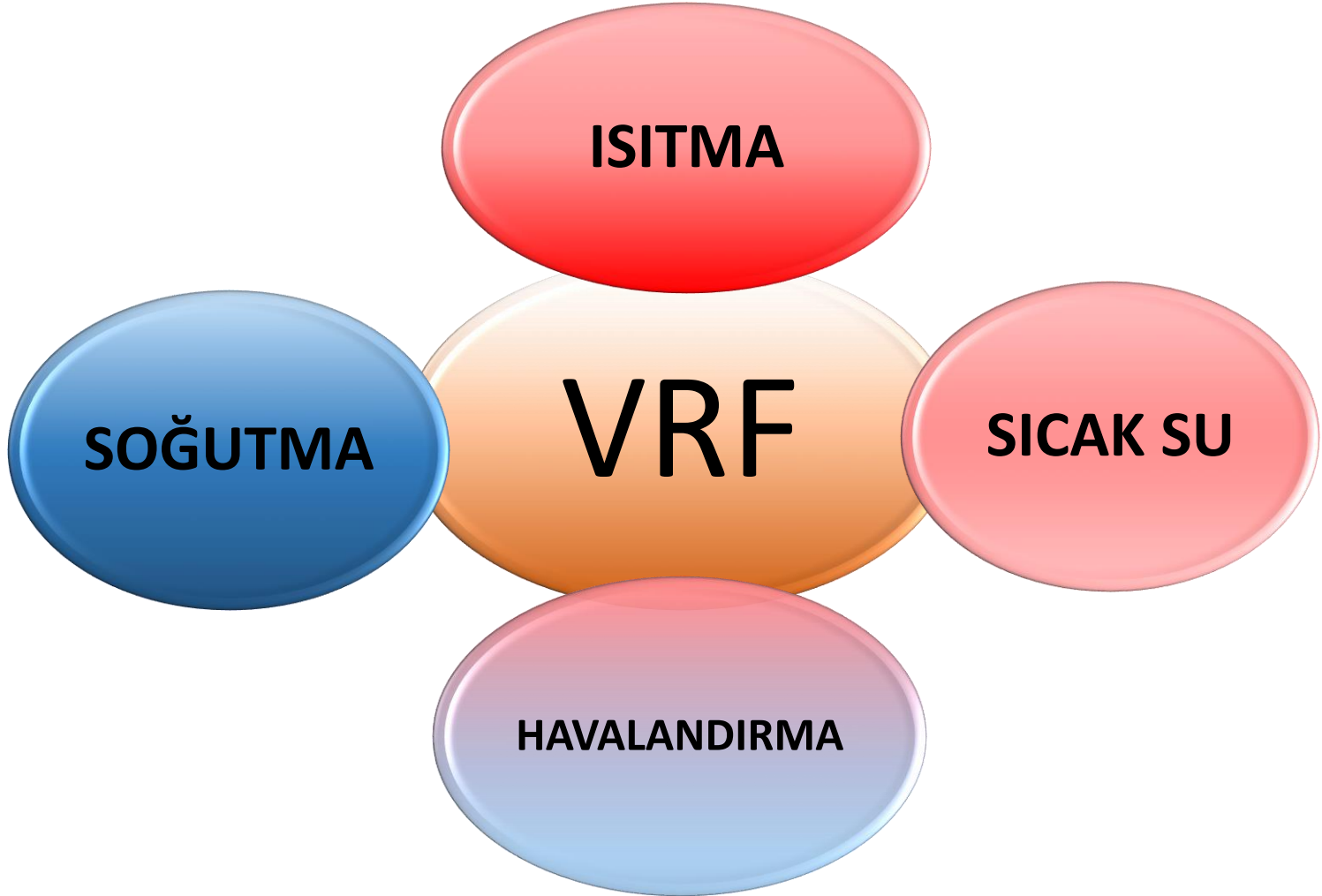
Taze Hava Klima Santrali Bağlantı Kitleri (VRF dış ünite ile birlikte)



- Taze hava ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanan bir klima santralinde, havayı ısıtıp soğutmak için DX eşanjör bulunur.
- DX eşanjör, VRF sistem dış ünitelere bağlanarak, ayı eşanjörde yazın soğutma, kışın ısıtma yapılabilir.
- VRF dış üniteler ile klima santralının birlikte çalışabilmesi için, ilave bir kontrol ünitesi ve genişleme vanası kiti bulunmalıdır.
- İlave bir soğutma grubu ya da kazana ihtiyaç olmaz.

Proje Çözümleri

VRF Sistemler ile tüm ihtiyaçları bütünleşik tek bir sistemle karşılamak mümkündür.



VRF SİSTEMLERİN UYGULAMA ALANLARI

- ✓ Birbirinden bağımsız birden fazla bölgenin iklimlendirme ihtiyacının olduğu ve yük ihtiyacının sürekli değiştiği otel, hastane, ofis, restoran, mağaza, tiyatro, sinema gibi tüm yapılar,
- ✓ Cam giydirme cephe **yüksek binalar**,
- ✓ Mimari unsurların ön planda olduğu ya da dış cephesinde deformasyon istenmeyen **tarihi yapılar**,
- ✓ Bina içinde soğutucu akışkan borularına göre çok büyük yer kaplayan hava kanallarının geçirilmesinin zor olduğu yapılar,



Proje Çözümleri

VRF SİSTEMLERİN UYGULAMA ALANLARI

- ✓ Mevcut ısıtma-soğutma tesisatının yetersiz kaldığı ve tadilat gerektiren yapılar,
- ✓ Mekanik tesisata yeterince yer ayrılamayan, soğutucu sistemin açık havaya (çatı, bahçe) konulması gereken yapılar,
- ✓ Her noktasında konfor istenen **villalar**,
- ✓ Ayrı bölümlerdeki kiracı gruplarının kendilerine özel fatura istediği (harcanan enerjinin paylaşımı ve kontrolü) **iş merkezleri, plazalar**,
- ✓ Soğutma yüklerinin çok değişken olduğu **oteller** olarak özetlenebilir.



VRF SİSTEMLERİN UYGULAMA ALANLARI



- Restoran,
- Spor Salonu,
- Alışveriş Merkezi,
- Ofis / İş merkezi,
- Konut (Apartman/Villa),
- Otel,
- Okul,
- Hastane

Proje Çözümleri

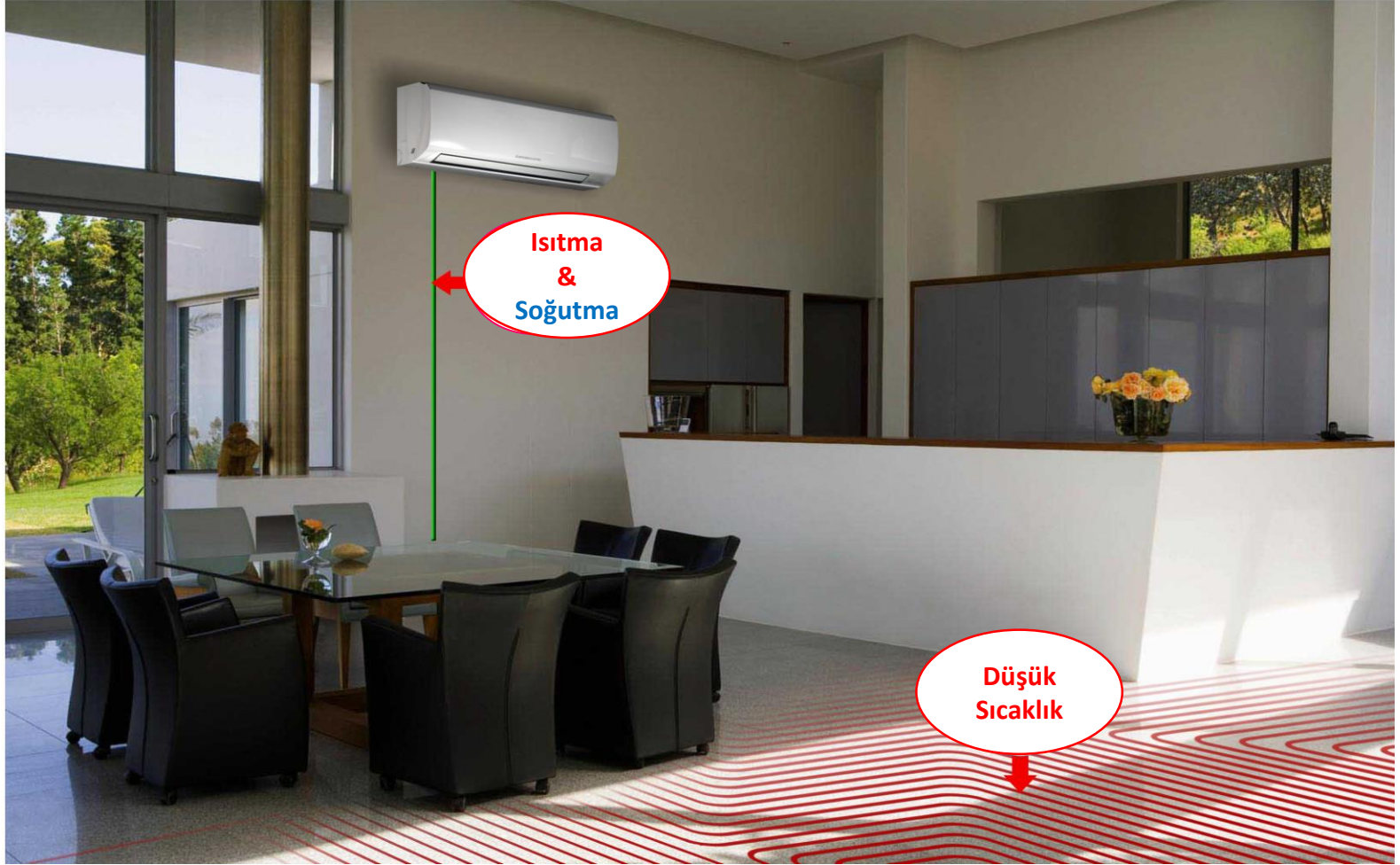
KONUT PROJESİ

- Mahal ısıtma
- Mahal soğutma
- Kullanma sıcak suyu
- Merkezi kontrol
- Uzaktan erişim (açma/kapama/ayar değiştirme)
- Sessiz çalışma modu (dış ünite)



Proje Çözümleri

KONUT PROJESİ

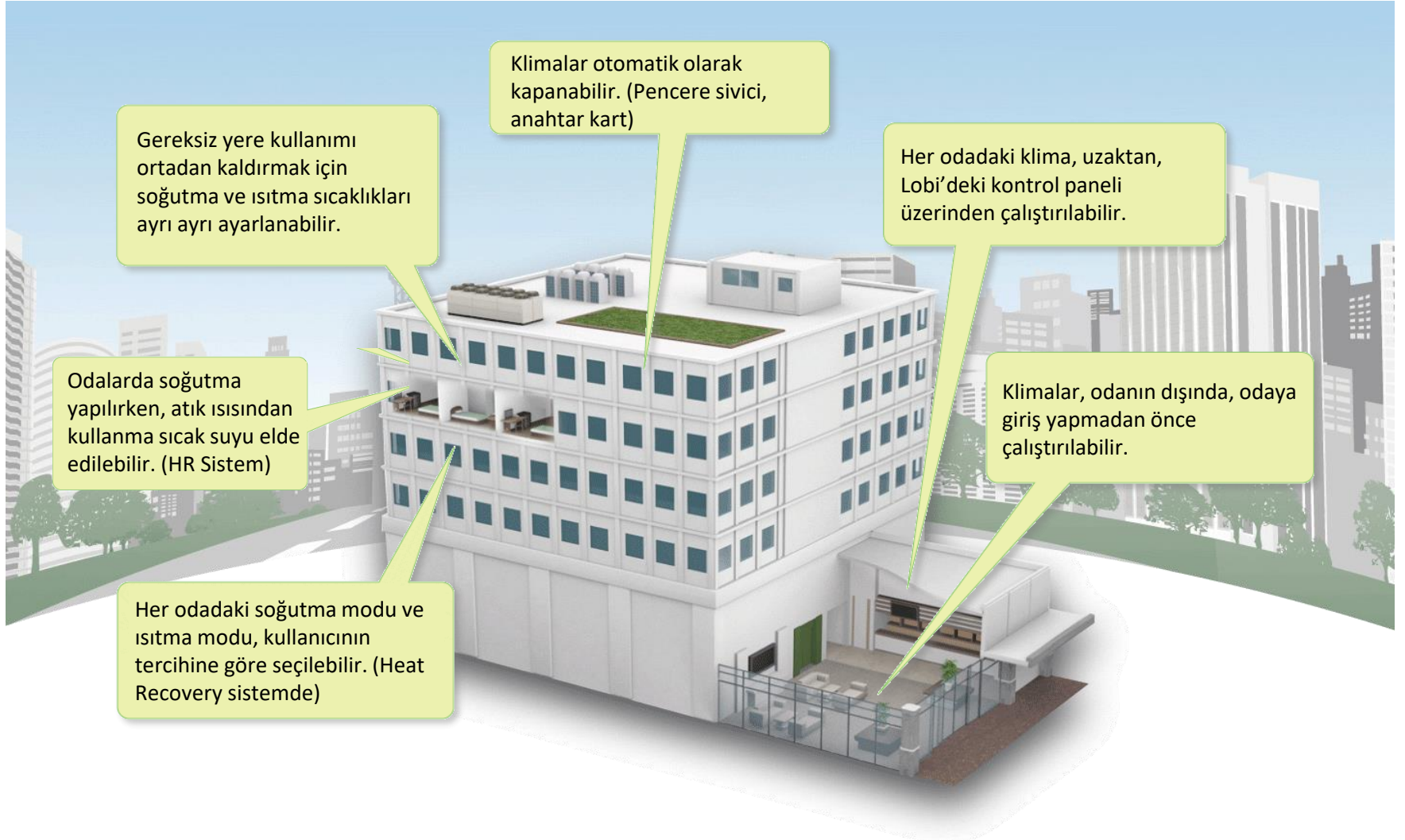


Proje Çözümleri

KONUT PROJESİ

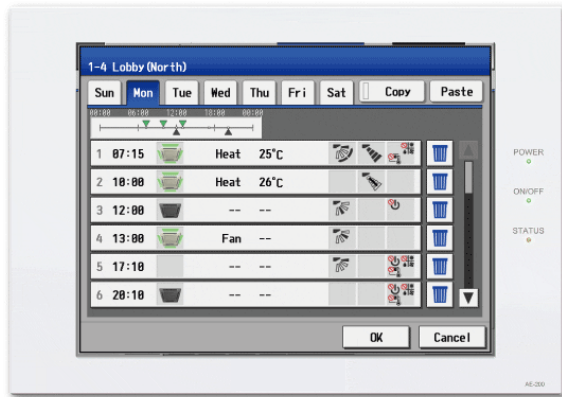


OTEL PROJESİ

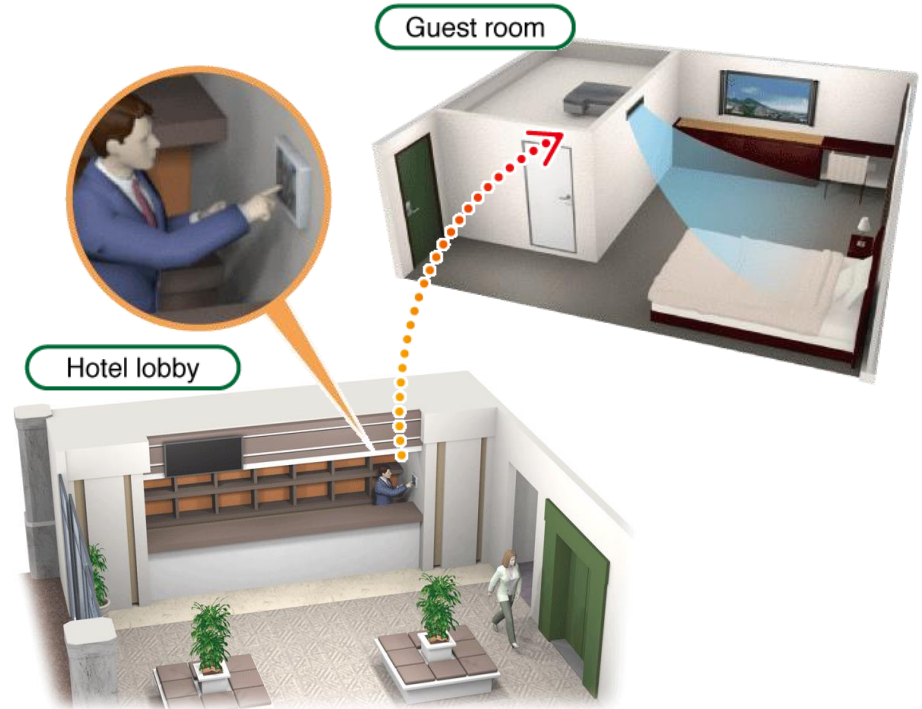


OTEL PROJESİ

Her odadaki klima, Lobi'deki merkezi kumanda ile uzaktan çalıştırılabilir/durdurulabilir. Odalar boş olduğunda klimaların çalışır durumda tutulması gereksizdir. Odalar, konuklar girmeden önce açılarak, hazır hale getirilebilir. Oteldeki tüm klimalar programlama fonksiyonu kullanılarak kontrol edilebilir. Otelin bir yönetim sistemi varsa, VRF klimalar, bu sisteme adapte olabilir.



Lobi'deki Merkezi Kumanda

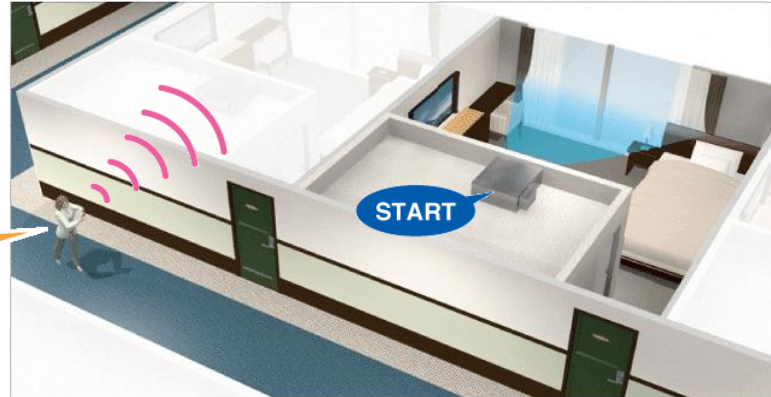


Proje Çözümleri

OTEL PROJESİ

Klimalar, odanın dışından çalıştırılabilir.

► Merkezi Kumanda + Akıllı Telefon



Hotel lobby



Guest room

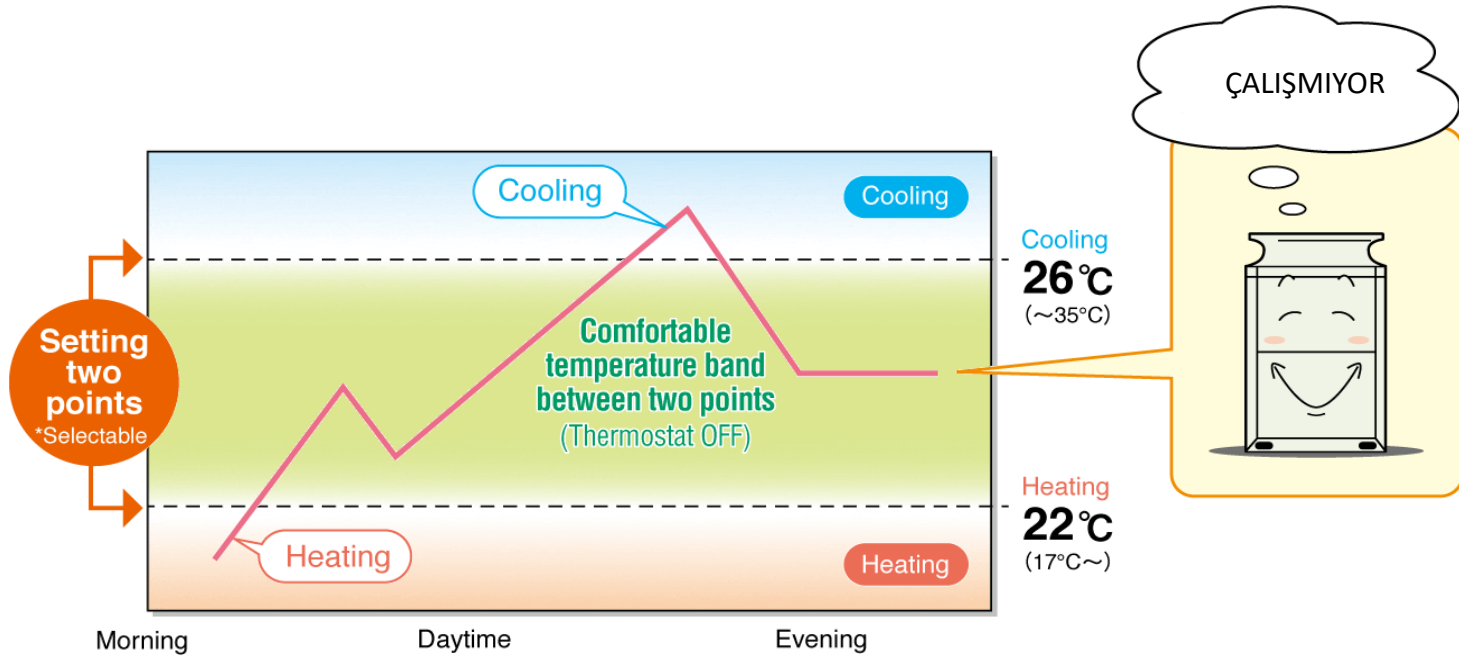


Proje Çözümleri

OTEL PROJESİ

Gereksiz yere kullanımı önlemek için soğutma ve ısıtma sıcaklıkları ayrı ayrı ayarlanabilir.

Isıtma ve soğutma için 2 farklı sıcaklık değeri girildiğinde, ortam sıcaklığı bu sıcaklıklar arasında ise iç üniteler çalışmaz, thermo-off yapar. Bu durumda dış ünite de, çalışmaz. Bu durum, dış ünite üzerindeki yükü azaltarak daha kısa sürelerde çalışmasına sebep olur. Tüketim azalır ve daha az bakım gerektirir.



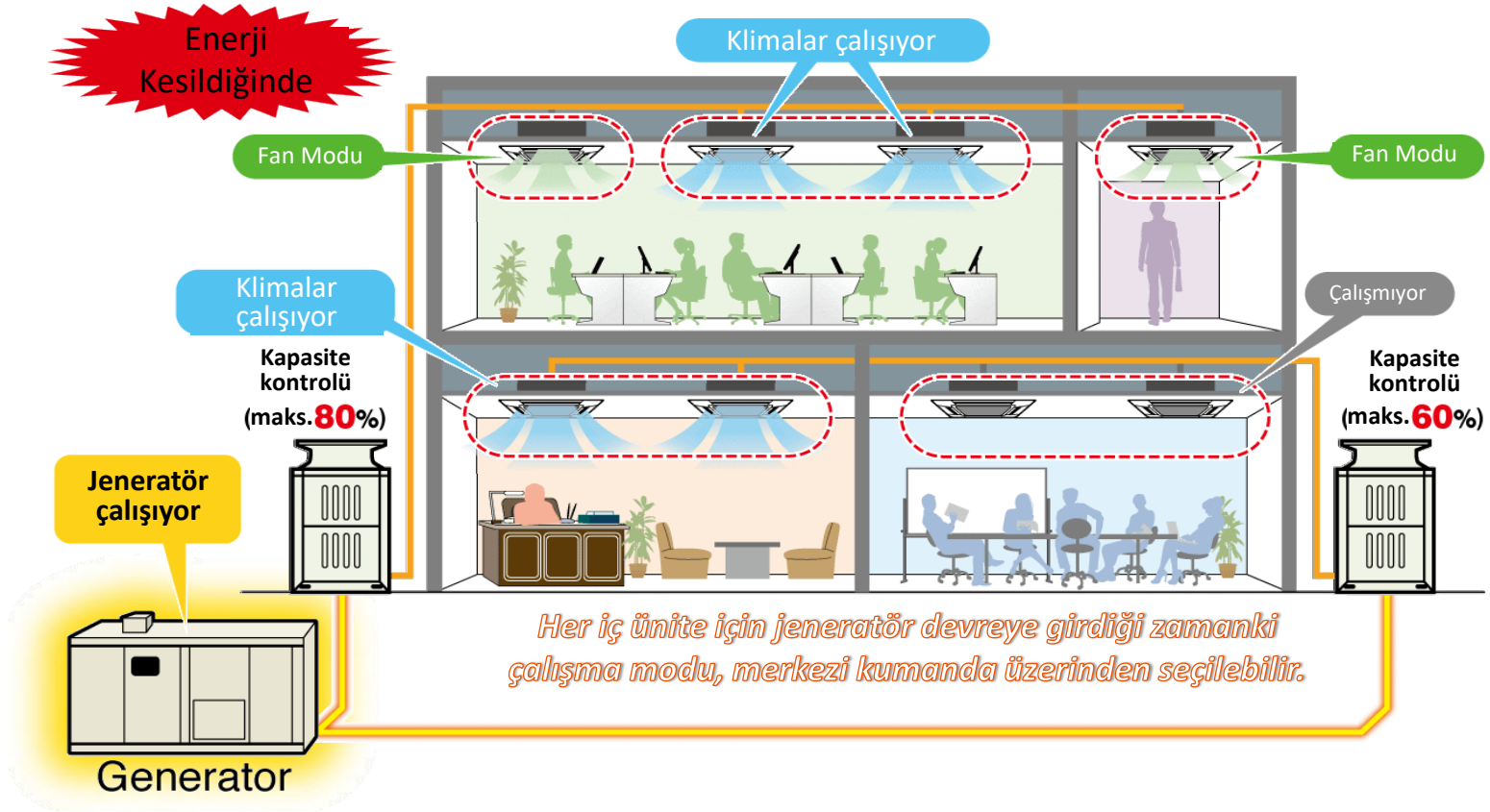
OFİS PROJESİ



Proje Çözümleri

OFİS PROJESİ

Binanın enerjisi kesilip jeneratör devreye girdiğinde, dış ünitelerin maksimum kapasitesi sınırlandırılabilir.

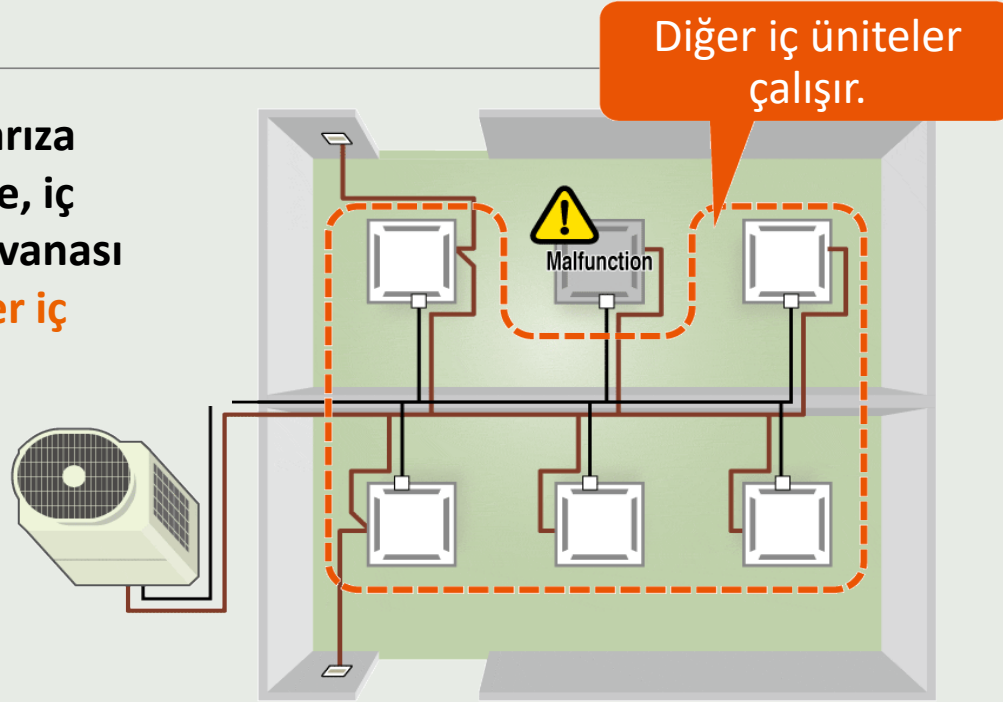


Proje Çözümleri

OFİS PROJESİ

Aynı soğutucu akışkan devresine bağlı iç ünitelerden biri arızalandığında, diğerleri çalışmaya devam eder.

İç ünitelerden biri arıza nedeniyle dursa bile, iç ünitenin genişleme vanası kapatılabilir ve **diğer iç üniteler çalışabilir.**

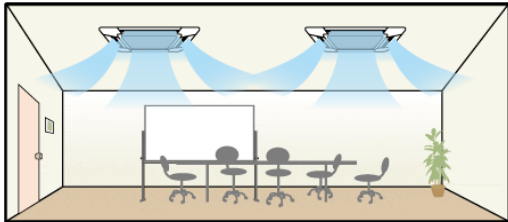
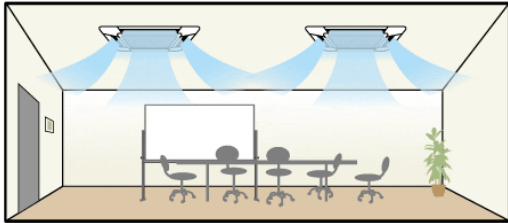
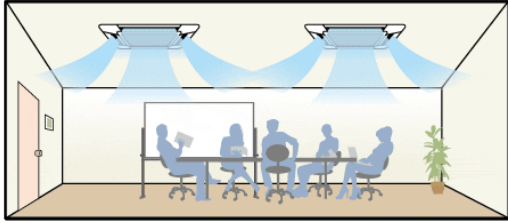


Proje Çözümleri

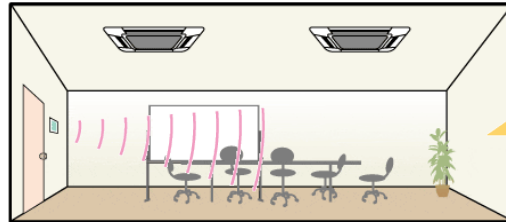
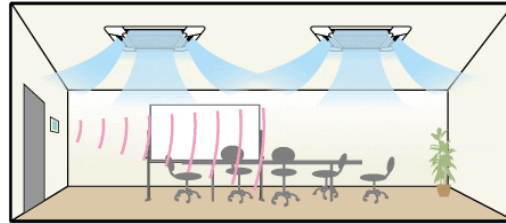
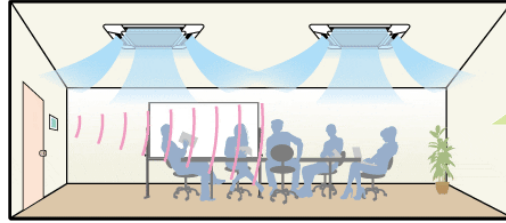
OFİS PROJESİ

Kablolu uzaktan kumanda üzerindeki varlık sensörü odadaki durumu algılar ve klimaları otomatik olarak açar veya kapatır.

● Standart çalışma



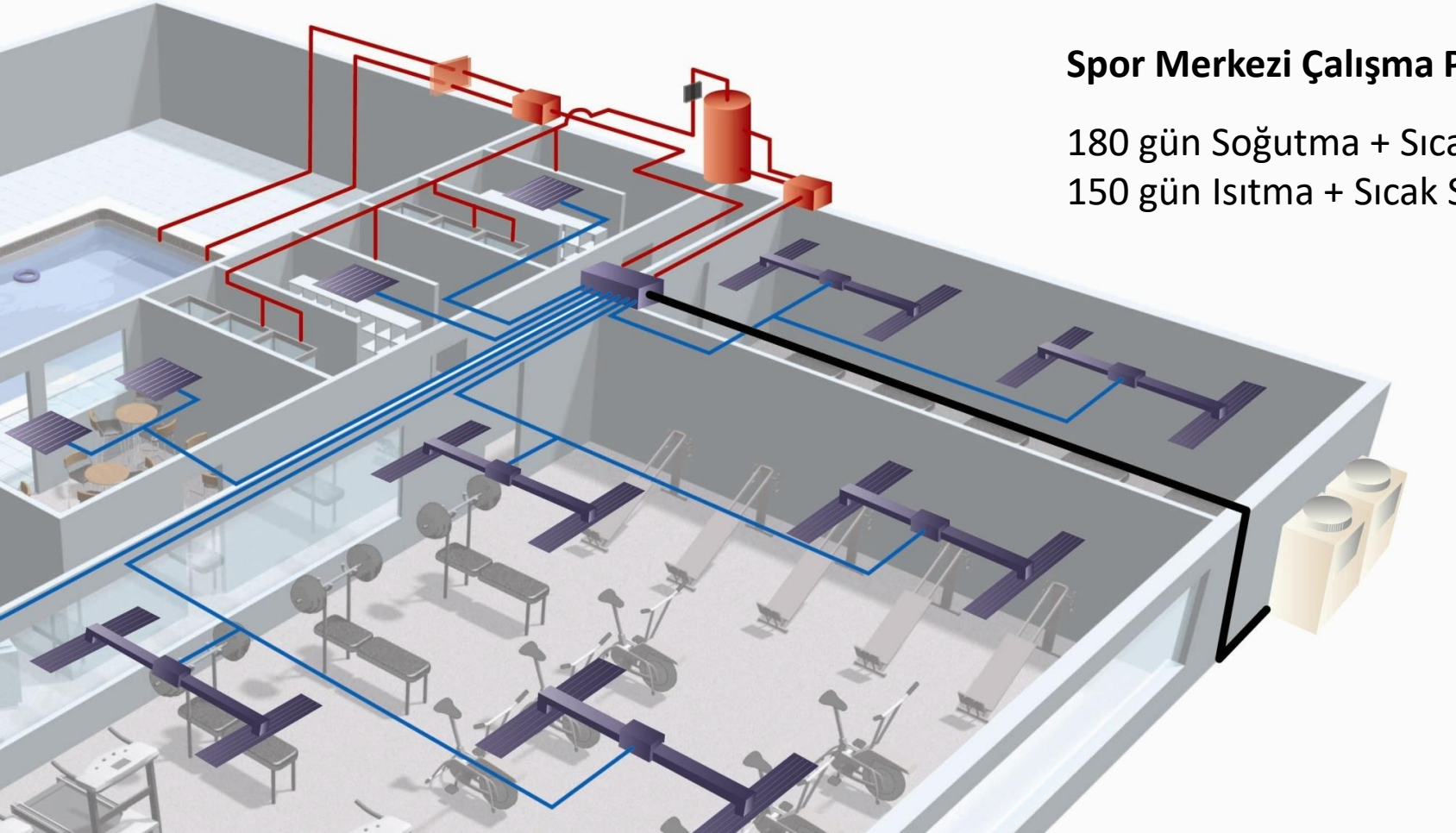
● Varlık sensörlü çalışma



Kablolu kumanda, çalışma / toplantı sırasında odadaki kişileri algılar ve klimaları açık tutar.

Kablolu kumanda, çalışma saatlerinden sonra veya oda kullanılmadığında odada kimse algılamaz ve klimayı otomatik olarak kapatır.

SPOR MERKEZİ PROJESİ



Spor Merkezi Çalışma Profili

180 gün Soğutma + Sıcak Su
150 gün Isıtma + Sıcak Su

Proje Çözümleri

SPOR MERKEZİ PROJESİ

İhtiyaç

Soğutma= 70 kW

Isıtma= 25 kW

Sıcak su= 35 kW



| | Isı Geri Kazanımlı VRF | Kazan + Heatpump VRF | Fark |
|------------------------------|------------------------|----------------------|------------|
| 180 gün soğutma | 19.994 TL | 28.562 TL | 110% |
| 180 gün sıcak su | | 13.499 TL | |
| 150 gün ısıtma+sıcak su | 20.402 TL | 19.285 TL | -5% |
| Yıllık Toplam Tüketim | 40.396 TL | 61.346 TL | 52% |

Isı geri kazanımlı sistem COP= 5 / 3,5 olarak,

Heat pump sistem COP= 3,5 olarak,

Kazan yakıtı olarak doğalgaz, alt ısıl değeri 8.250 kcal/h ve verim %90 olarak hesaplanmıştır.

Günde 10 saat çalışma üzerinden hesaplanmıştır.

SORULAR



TEŞEKKÜRLER