

KLİMA SANTRALİ SEÇİM KRİTERLERİ DOKÜMANI



İSKİD

İKLİMLENDİRME
SOĞUTMA
KLİMA
İMALATÇILARI
DERNEĞİ



İSKİD - İklimlendirme Soğutma Klima İmalatçıları Derneği

Türkiye’de 1950’lerde hayat bulan klima ve soğutma sektörü hızla gelişme göstermiştir. İSKİD, bu gelişmenin sağlıklı ve daha da hızlı olması yönünde çalışmalar yürütmek amacıyla klima ve soğutma sektörünün önde gelen firmaları ve kişilerin katkılarıyla 1992 yılında kar amacı gütmeyen bir kuruluş olarak kurulmuştur.

100’ün üzerinde üye sayısı ile İSKİD, Türkiye İklimlendirme Pazarı’nın %90’ını temsil etmektedir.

Derneğin genel olarak amacı İklimlendirme Sektörünü toplumun yaşam kalitesini artıran çalışmalarında, çevreyi gözeten, yenilikçi, güvenilir, rekabetçi nitelikleriyle yurtiçi ve yurtdışında saygın ve öncü bir konuma taşımak ve bu konumda istikrarını sağlamaktır.

İklimlendirme, soğutma ve klima cihazları tüketicileri ile üreticilerin haklarını ulusal ve uluslararası düzeyde korur; ülkenin ısıtma, soğutma klima ihtiyaçlarının karşılanması sırasında çevreye duyarlı ve ülke ekonomisine katkı sağlayacak faaliyetlerde bulunur. Üretilen cihazların insan sağlığına uygun, enerji verimliliği yüksek ve çevreye duyarlı, uluslararası normları takip ederek üretilmesi ve yaygınlaştırılması yönünde faaliyetlerde bulunur. Bu faaliyetler kapsamında sağlıklı binaların oluşturulması için iklimlendirme sistemleri hakkında seminerler düzenler, yayınlar hazırlar ve ilgili kamu kurumları ile yakın çalışma sağlar.

KLİMA SANTRALİ SEÇİM KRİTERLERİ DOKÜMANI

Hazırlayan

İSKİD EUROVENT AYNA KOMİSYONU
AHU ÇALIŞMA GRUBU

Kitabın bütün yayın hakları İSKİD (İklimlendirme Soğutma Klima İmalatçıları Derneği)'ne aittir. İSKİD'den izin alınmadan, kaynağın açıkça belirtildiği akademik çalışmalar ve tanıtım faaliyetleri haricinde, kısmen veya tamamen hiçbir matbu ve dijital ortamda kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.



Tasarım ve Uygulama:

ABDULLAH FEYZİ YANILMAZ

ALL SEASONS NEWS YAYINCILIK, AJANS, ORGANİZASYON VE İLETİŞİM DANIŞMANLIĞI

Siyavuşpaşa Mahallesi Fındık Sokak Dış Kapı 13B Bahçelievler – İstanbul
Tel: 0505 498 76 74 • 0532 675 18 62 • www.allseasonsnews.com

İSKİD EUROVENT AYNA KOMİSYONU AHU ÇALIŞMA GRUBU

İSKİD Eurovent Ahu Ayna Çalışma Grubu, Avrupa Eurovent Derneği, Klima Santralleri Çalışma Grubu'ndaki gelişmeleri İSKİD üyelerine aktarmak ve Eurovent Çalışma Gruplarında İSKİD üyelerini temsilen kararlarda etkili olmak amacıyla 28.06.2018 tarihinde kurulmuştur.

İSKİD Eurovent Ayna Komisyonu AHU Çalışma Grubu, webinarlar ve hazırladığı teknik dokümanlar ile klima santrali konusunda güncel gelişmeleri sektör profesyonelleri, üreticiler ve diğer ilgili taraflarla paylaşarak sektördeki bilgi paylaşımını ve güncellemeleri teşvik etmektedir. Bu şekilde, klima santrali teknolojilerindeki en son yenilikleri ve en iyi uygulamaları yaygınlaştırarak, endüstrinin daha sürdürülebilir, enerji verimli ve çevre dostu çözümler geliştirmesine katkıda bulunur.

Komisyon Misyonu;

Eurovent'te; Türkiye'nin iklimlendirme sektöründeki güçlü yapısını etkileyebilecek kararların verilmesinde etkin rol almak, ürün çalışma grup toplantılarını takip ederek, sektörü etkileyen gelişmeleri doğru bir şekilde sektöre aktarmak.

Komisyon Vizyonu;

Uluslararası iklimlendirme platformlarında söz sahibi olmak, iklimlendirme alanında oluşturulan ya da oluşturulacak standartlara müdahale edebilmek, standartların gelişimine katkı sağlamak, iklimlendirme cihazlarının yeni kural ve önlemlerle enerji verimliliğini, kalitesini ve konforunu artırıcı uygulamalara önderlik etmek.

AMAÇ

Klima santrali seçimi, bir işletme veya yatırımcı için işletme maliyetlerinin azaltılması, sürdürülebilirlik enerji verimliliği ve ideal konfor şartlarının sağlanması için önemlidir.

Klima Santralleri, binalarda ısıtma, soğutma, nemlendirme, nem alma, filtrasyon ve havalandırma gibi ihtiyaçlara merkezi çözümler bulmak amacıyla kullanılır. Bu nedenle, iklimlendirme sistemlerindeki klima santralleri, hem mekan hem de ticari ve endüstriyel uygulamalar için temel kriterleri karşılayacak şekilde çok yönlü ve güvenilir olmalıdır.

Bu doküman, klima santrali seçiminde temel kriterleri açıklamak, güncel içerikler sunmak ve işletmelerin ve yatırımcıların en uygun seçimi yapmalarına yardımcı olmak için tasarlandı. Bu sayede işletmelerin enerji verimli, çevre dostu ve ekonomik çözümler bulma yolunda adım atmalarına katkı koymak amaçlandı.

İSKİD Eurovent Ayna Komisyonu AHU Çalışma Grubu olarak bu dokümanın klima santrali seçim sürecini daha anlaşılır ve bilinçli hale getirerek daha verimli klima santrali seçimlerine ışık tutmasını umuyoruz.

İSKİD Eurovent Ayna Komisyonu AHU Çalışma Grubu

İÇİNDEKİLER

1.Klima Santrali Genel Tanıtım.....	6
2.Standartlar ve Yönetmelikler	9
- 2.1 Giriş.....	9
- 2.2 Harmonize Edilmiş Standartlar.....	10
- 2.3 Uygulamacılara Yönelik Standartlar.....	10
- 2.4 Üreticilere Yönelik Standartlar.....	10
- 2.5 Avrupa Birliği Direktif ve Yönetmelikleri.....	11
3.Klima Santrali ile ilgili Ana Komponentler	11
- 3.1 Fan.....	11
- 3.2 Filtre.....	16
- 3.3 Batarya	19
3.3.1 Bataryaların Genel Özellikleri	20
1.1 Sulu Sistemler.....	20
1.2 Direkt Genleşmeli (DX) Sistemler	20
3.3.2 Hijyenik Bataryaların Genel Özellikleri.....	21
- 3.4 Klima Santrallerinde Isı Geri Kazanım Sistemi	21
3.4.1. Rejeneratif Isı Geri Kazanım.....	22
3.4.2. Reküperatif Isı Geri Kazanım.....	22
3.4.3. Run around Isı Geri Kazanım	22
3.4.4. Klima Santrallerinde Kullanılan Isı Geri Kazanım Üniteleri.....	22
3.4.4.1. Rotorlu Isı Geri Kazanım	22
3.4.4.2. Plakalı Isı Geri Kazanım	23
3.4.4.3. Run Around Isı Geri Kazanım.....	23
- 3.5 Hava Damperleri ve Karışım Hücreleri.....	24
3.5.1. Damper Uygulamaları.....	24
3.5.2. Damper Kontrolü	25
3.5.3. Damper Sızdırmazlığı	25
3.5.4 Damper Malzemeleri.....	26

İÇİNDEKİLER

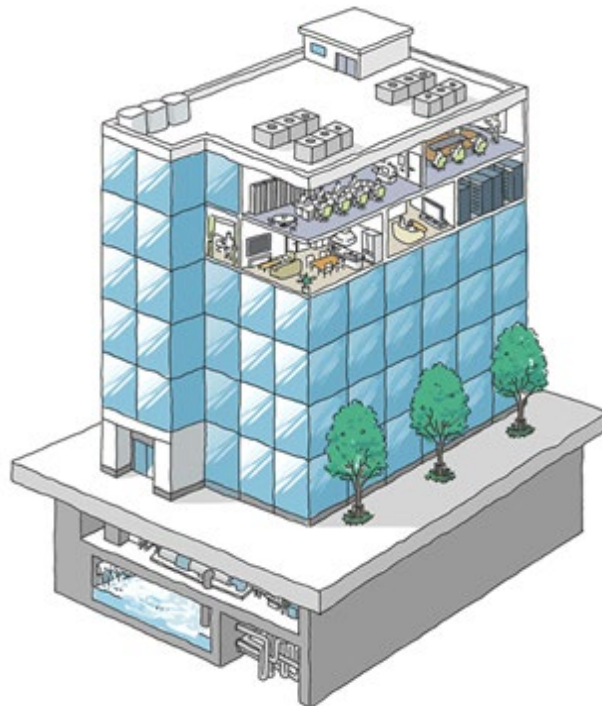
- 3.6 Susturucu	26
- 3.7 Nemlendirici	27
3.7.1. Buharlı Nemlendiriciler	27
3.7.1.1. Buharı Kendisi Üreten Nemlendiriciler	28
1.1. Elektrik Rezistanslı Buharlı Nemlendiriciler	28
1.2. Elektrot Boylerli Buharlı Nemlendiriciler	28
3.7.1.2. Hazır Buhar Kullanan (Proses) Nemlendiriciler	28
3.7.2. Evaporatif Nemlendiriciler	29
3.7.2.1. Evaporatif Dolgu Tipli Nemlendiriciler	29
3.7.2.2. Su Püskürtmeli (Fıskiyeli) Nemlendiriciler	29
3.7.2.3. Yüksek Basıncılı Su Kullanan Nemlendiriciler	30
3.7.2.4. Basıncılı Hava/Su Kullanan Nemlendiriciler	30
3.7.2.5. Mekanik Diskli Santrifüj Nemlendiriciler	31
3.7.3. Ultrasonik Nemlendiriciler	31
4. Klima Santrali Kontrol ve Otomasyon Sistemi	31
- 4.1. Otomasyonlu Klima Santralının Toplam Sistem Verimliliğine Etkisi	33
- 4.2. Bina Yönetim Arayüzlerinin Önemi	33
5. Destekleyenler	34

1. KLİMA SANTRALİ GENEL TANITIM

Temiz odalar, özel endüstriyel üretim alanları, laboratuvar ve sağlık yapıları özel tasarlanmış alanlardır. Günümüzde insanlar zamanlarının çoğunu iç ortamlarda geçirmektedir. Evler, ofisler, okullar, alışveriş merkezleri, spor salonları, hastaneler gibi birçok kapalı mekanın konfor şartları, geçirilen uzun süreler nedeniyle insanlar için uygun koşullarda olmalıdır. Kapalı ortamlarda insan sayısının artması ile iç ortam havasının kalitesi, hızlı bir şekilde değişmektedir. Bu nedenle temiz hava, uygun sıcaklık ve nem değeri de önemli bir etken olarak günümüzde dikkat edilen noktalardan biridir.



Özellikle son yıllarda insanlığın en önemli sorunlarından biri haline gelen salgın hastalıklar ve kirli dış ortam havası nedeniyle, iç ortamda kaliteli ve temiz hava ihtiyacı artmıştır. İşte bu noktada havalandırma sisteminin önemli parçalarından biri olan klima santralleri, önemli bir işlev üstlenir. İnsanların her zaman iç ortamlarda uygun konfor şartlarında kalabilmesini sağlayan klima santrallerine daha fazla özen göstermek önemlidir.



Önemli konulardan biri haline gelen Avrupa Birliği Eko-Tasarım (Ecodesign) gereklilikleri, iç ortam hava kalitesinin sürekliliğini sağlamanın yanı sıra, minimum enerji tüketimiyle en uygun iç ortamı da sağlamayı amaçlar. AB (Avrupa Birliği) yönetmelikleri, klima santrali gibi önemli sistemlerde birçok yenilik sağlamış, daha verimli sistemler kurulması için önemli katkıları olmuştur.



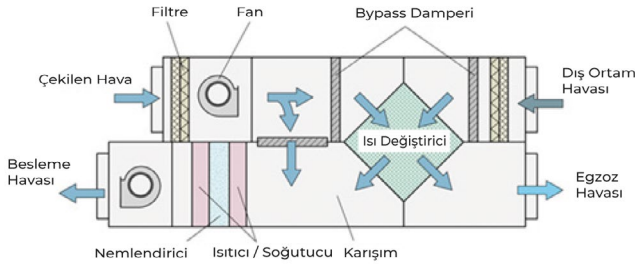
İç hava kalitesi insan sağlığı için önemlidir. Klima santralleri, iç mekanlarda taze hava ihtiyacı ve/veya konfor şartlarını sağlayan iklimlendirme cihazlarıdır. Bu nedenle klima santralinin temel özelliklerini bilmek sadece üreticilere değil, son kullanıcılara da fayda sağlar. Ancak doğru tasarlanmış, iyi uygulanmış ve düzenli bakımı yapılmış bir projede sürekli bu şartları sağlamak mümkündür.

Bu kılavuzda klima santralleriyle ilgili temel bilgiler aktarılacak ve faydalı olduğu düşünülen önemli detaylar paylaşılacaktır.

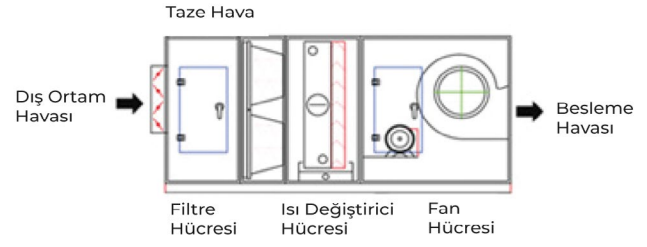
Klima santralleri farklı birçok sınıfa ayrılabilir ancak temel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz;

- Hava akış yönüne göre;
 - o Tek yönlü,
 - o Çift yönlü,
- Yapısına göre;
 - o Modüler,
 - o Kompakt,
- Uygulama alanlarına göre;
 - o Konut tipi,
 - o Konut dışı,
 - o Özel uygulamalar,
- Santral konumuna göre;
 - o İç ortamda konumlandırılmış,
 - o Dış ortamda konumlandırılmış,

Hava akış yönüne göre, tek yönlü klima santralleri sadece egzoz veya besleme havası içerirken; çift yönlü klima santralleri her ikisini birden içerir.



Resim 1.1: Çift yönlü klima santrali



Resim 1.2: Tek yönlü klima santrali

Yapısına göre, modüler klima santralleri birden fazla modülün birleşiminden oluşur. Kompakt klima santralleri ise genel olarak tek modülden oluşur.



Resim 1.3: Modüler yapıdaki klima santrali



Resim 1.4: Kompakt yapıdaki klima santrali

Uygulama alanlarına göre konuta uygun klima santrallerinin hava debileri düşük, boyutları diğer tiplere göre daha küçüktür. Konut dışı klima santralleri ise daha yüksek hava debilerine ve daha büyük ölçülere sahiptir. Zehirli, yüksek korozyon veya yanma/patlama potansiyeli olan ve benzeri uygulamalar da özel uygulamalar kategorisinde yer alır.



Resim 1.5:

Tavan arasına monte edilebilir ve genellikle ofis, konut vb. kullanılan bir klima santrali.



Resim 1.6:

Klima santralleri amacına ve hizmet edeceği yere göre çeşitli konfigürasyonlarda üretilebilir.

Santral konumuna göre yer konusunda sorun yaşanan alanlarda, santraller yapı dışında uygun bir alana konumlandırılır. Eğer yapı içerisinde uygun bir alan varsa, daha çok yapı içerisine konumlandırılmış santraller tercih edilir. Dış ortamlarda konumlandırılan klima santrallerinde iklim şartlarına ve dış hava koşullarına göre tedbirler alınmalıdır.



Resim 1.7:

İç ortamda konumlandırılmış bir klima santrali örneği.



Resim 1.8:

Dış ortam koşullarına uygun izole edilmiş klima santrali örnekleri.



2.STANDARTLAR ve YÖNETMELİKLER

2.1 Giriş

Avrupa'da CEN (Avrupa Standardizasyon Kuruluşu) standardizasyon kuruluşu, Avrupa standartlarından sorumludur ve 1991 yılından beri ISO (International Organization for Standardization) ile iş birliği içerisinde. Ülkemizde ise TSE (Türk Standartları Enstitüsü) Türk standartlarından sorumludur ve 1955 yılında ISO'ya üye olarak kabul edilmiştir.

Klima santrallerinin CEN (Avrupa Standardizasyon Kuruluşu) içerisindeki en önemli teknik komiteleri aşağıda verilmiştir;

- CEN/TC 156: Binalar için havalandırma
- CEN/TC 110: Isı değiştiriciler

Standartlara uyum, isteğe bağlı olup uygulanmasında yasal bir yükümlülük yoktur. Ancak, ürün kalitesinin artmasına ve müşterinin ürünü değerlendirebilmesine olanak sağlamaktadır.



Resim 2.1: Avrupa Standardizasyon Komitesi logosu (CEN)

2.2 Harmonize Edilmiş Standartlar

Geçmişten farklı olarak, bugün standartların ana hedeflerinden biri endüstrinin direktif ve yönetmeliklerle (Avrupa Birliği Ecodesign) uyumlu olabilmesi için doğru araçları sağlamasıdır. Örneğin Avrupa Komisyonu, CEN'in zorunlu gereksinimlerle uyum sağlamak adına teknik standartlar hazırlamasının talimatını verir ve birçok HVAC standardı Eko-Tasarım (Ecodesign) yönetmeliklerine riayet edebilmesi için harmonize hale getirilir.

2.3 Uygulamacılara Yönelik Standartlar

Klima santrali alıcıları, özellikle planlama ve uygulama şirketleri EN 13053 ve EN 16798 gibi uluslararası geçerliliği olan standartları uygulamalıdır.

EN 13053 “Binalar için havalandırma – Klima santralleri – Üniteler, bileşenler ve bölümler için derecelendirme ve performans” standardı, havalandırma sistemleri ile alakalı en önemli standarttır. Bu standart, konut dışı binalarda merkezi iklimlendirme cihazlarının enerji geri kazanım, hava hızı ve güç tüketimi gibi parametrelerini belirler.

EN16798 “Binaların enerji performansı – Binalar için havalandırma” standardı, diğer standartlara nazaran yeni standart serisini teşkil etmektedir. 18 ayrı bölümde binaların enerji performansı ile ilgili tanımlamaların yanında bina havalandırmasının detaylı şartnamesini içermektedir.

EN 16798 içerisinde, EN 15251 ve EN 13779 gibi önemli klima santrali standartları tekrar tasarlanmış, uyumlu hale getirilmiş ve birleştirilmiştir. Örneğin standart içeriğinde, klima santrali tasarım yönergeleri, filtre gereksinimleri ve enerji geri kazanım şartnameleri bulunmaktadır ki planlamacılar, kurucular, uygulamacılar ve operatörler için yüksek öneme sahiptir.

2.4 Üreticilere Yönelik Standartlar

Üreticiler, uluslararası geçerliliği olan standartları müşterilerine tavsiye ederler ve bunları uygulamak zorundadırlar. Yukarıda belirtilen standartların yanı sıra EN 1886, EN 308 ve ISO 16890 gibi klima santrali üreticileri için önemli olan standartları da dikkate almak zorundadırlar.

EN 1886 standardı, “Binalar için havalandırma-klima santralleri-mekanik performans” içeriğini kapsar. Bu standart merkezi iklimlendirme ünitelerinin yapısal özelliklerinin net olarak belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Klima santralinin yapısal performansını çeşitli kriterler ve ilgili test yöntemleri ile tanımlar. Klima santralinin gövde mekanik dayanım, gövde hava kaçağı, filtre by-pass miktarı, ısı geçirgenlik, ısı köprüleme kriterleri ile sınıflandırır ve gövde akustik yutum miktarını belirler.

EN 308 standardı, ısı eşanjörleri-havadan havaya ve atık gazlardan ısı geri kazanımı cihazlarının performansının tayini için deney metodlarını anlatır. Havadan havaya enerji geri kazanımı üniteleri ya da binalardaki ısıtma sistemlerinden çıkan atık gaz ısını kullanan ısı geri kazanımı ünitelerinin değerlendirilmesinde kullanılan laboratuvar denetim sürecini kapsar.

ISO 16890 standardı, “Genel havalandırma için hava filtreleri” HVAC hava filtreleri için test ve sınıflandırma bilgilerini içerir. Avrupa’da, geçmişte uygulanan EN 779 “Genel havalandırma parçacık filtreleme” standardının yerini almaktadır. EN 779’dan temel farkı, yeni standardın tehlikeli bölgelerde farklı boyutlardaki partikülleri yakalama ihtimali üzerine odaklanmasıdır.

Dolayısıyla, yeni standart test sonuçlarına göre filtrelerin etkinliğini baz alarak EN 779 standardındaki 9 sınıf yerine 49 yeni filtre sınıfı içermektedir. Temmuz 2018’de ISO 16890 standardı EN 779 standardının yerini almıştır.

2.5 Avrupa Birliği Direktif ve Yönetmelikleri

Avrupa Birliği 2009/125/EC ErP Direktifinin (Enerji İlişkili Ürünler Direktifi/Energy-Related Products Directive) amacı, enerji tüketimini ve CO2 emisyonunu azaltmakla beraber yenilenebilir enerjinin genel kullanım payını arttırmaktır. Bu direktif Avrupa Ekonomik Alanı (European Economic Area - EEA) içerisindeki pazara sürülen tüm ürünleri kapsar. Avrupa Birliği’nden ihraç edilen ürünler bu direktiften etkilenmemektedir. Ülkemizde yürürlükte olan, “Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik”, 21/10/2009 tarihli ve 2009/125/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi esas alınarak, AB mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır.

Bu direktifin amacına ulaşılabilmesi için ürünlere yönelik Eko-Tasarım (Ecodesign) yönetmelikleri vasıtasıyla minimum gereksinimler tanımlanır ve yürürlüğe girer. Klima santralleri ile ilgili Eko-Tasarım (Ecodesign) yönetmeliği EU No 1253/2014 “Havalandırma Üniteleri” olup enerji tüketimi ve verimliliği, ses seviyesi ile alakalı gereksinimleri tanımlar. Türkiye’de bu doküman referans alınarak AB mevzuatına uyum çerçevesinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından SGM 2021/18 “Havalandırma Ünitelerinin Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklilikleri” tebliği 1 Ekim 2021 tarihi itibarı ile yürürlüğe girmiştir.

Ürün içerisindeki ekipmanların da yönetmeliklere tabi tutulabileceği ayrıca dikkate alınmalıdır. Klima santrali içerisinde kullanılan tüm fanlar, ülkemizde 20 Aralık 2019 tarihinde yürürlüğe giren SVG 2019/15 “Elektrik Giriş Gücü 125 W İle 500 kW Arasında Olan Motorlarla Tahrik Edilen Fanlarla İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gerekliliklerine Dair Tebliğ” ile uyumlu olmak zorundadır.

Buna ek olarak, her pazar oyuncusu ulusal standartları dikkate almalıdır, bu standartlardan bazıları AB genelinde yaygınlaşmıştır. Örneğin, hastaneler ve/veya ameliyathanelerde mikrobik bulaşmayı azaltmak için klima santrallerinin asgari gereksinimlerini DIN 1946-4 ve VDI 6022-1 standartları tanımlarken; kapalı havuzların tasarımı ve bakım hizmetlerinde uygulanması gereken kuralları VDI 2089-1 standardı tanımlar.

3. KLİMA SANTRALİ İLE İLGİLİ ANA KOMPONENTLER

3.1 Fan

Klima santralinde fanlar bir basınç farkı oluşturarak hava akışını sağlayan ekipmanlardır. Bir klima santrali uygulama sisteminde cihaz içi basınç kayıpları (filtreler, ısı değiştiriciler, ısı geri kazanım üniteleri, susturucular vb.) ve cihaz dışı basınç kayıpları (hava aktarım ve dağıtım ekipmanları) toplam basınç düşümünü oluşturur. Projelerde hesaplanan hava debisi ve basınç kayıpları fan seçimi için kritik öneme sahiptir.

Sistemdeki basınç düşümleri zaman içerisindeki kirlenme, korozyon ve benzeri sebeplere bağlı olarak artar. Dolayısıyla fan seçimlerinde bu hususlara dikkat edilmesi gerekir. Fanlar sistemde sürekli enerji tüketen ekipmanlar olduğundan optimum çalışma aralığında seçilmesi önem arz eder. Fanların verimli ve sorunsuz çalışabilmesi için fan üreticileri tarafından fan eğrileri üzerinde optimum çalışma aralıkları belirlenmektedir. Bu aralıkta çalışabilmesi için de uygulama sürecinde enerji tüketiminin izlenmesi önerilir.



Resim 3.1: Klima santralinde radyal fan uygulama örneği

Fan uygulamalarında hava, ekipman ısı kaybı ve basınç artış oranına bağlı olarak ısınmakta ve bu da sisteme ısı yükü olarak yansımaktadır. Bu nedenle, uygulamada yer alan fanların yüksek verime sahip olması, sisteme yansıyan soğutma yükünün düşük olmasını sağlayacağından önemlidir.

Günümüzde uygulamaya göre seçilebilecek farklı fan tipleri bulunmaktadır. Fanlar hava akış yönüne göre radyal (santrifüj), aksiyal ve çapraz akışlı fanlar olarak üçe ayrılmakta olup, klima santrallerinde genellikle radyal fanlar yer almaktadır. Radyal fanlar; kanat tiplerine göre öne eğik sık kanatlı ve geriye eğik seyrek kanatlı olarak ikiye ayrılmakta olup, güç aktarma tipine göre de doğrudan tahrikli ve kayış-kasnak tahrikli fanlar şeklinde yine iki ayrı sınıflandırmadan bahsetmek mümkündür.

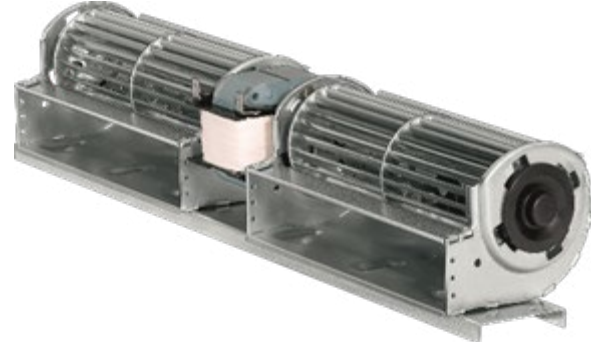
Genellikle klima santrallerinde radyal fanlar kullanılır. Radyal fanlar, aksiyal fanların aksine daha yüksek basınç düşümlerinde çalışmaya uygundur. Ayrıca, radyal fanlar aksiyal fanlara göre daha düşük ses seviyesine sahiptir.



Radyal Fan



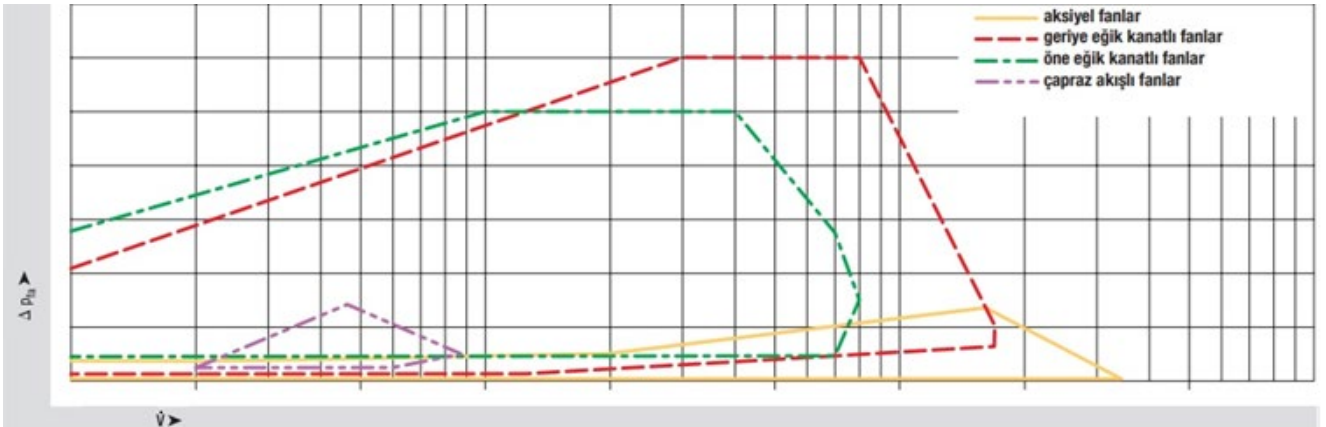
Aksiyal Fan



Çapraz akışlı fan

Resim 3.2: Hava akış yönüne göre fan tipleri

Öne eğik kanatlı fanlar daha düşük basınç kayıplarında çalışmaya uygunken, geriye eğik kanatlı fanlar daha yüksek basınç kayıplarında çalışmaya daha uygundur. Öne eğik kanatlı fanlarda ideal statik fan verimleri %55-65 arasında değişirken, geriye eğik kanatlı fanlarda bu değer %65-80 arasında değişir. Fanların bu verim aralıklarında seçilmesi önerilir. Genellikle öne eğik kanatlı fanların ses seviyesi, geriye eğik kanatlı fanlara göre daha düşüktür.



Resim 3.3: Fan tiplerinin performans karşılaştırması



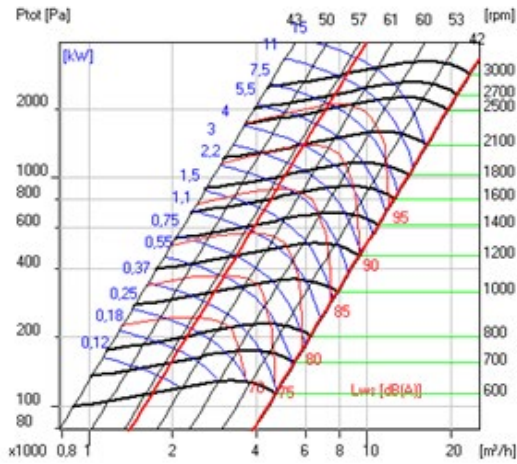
Öne Eğik Kanatlı Fan



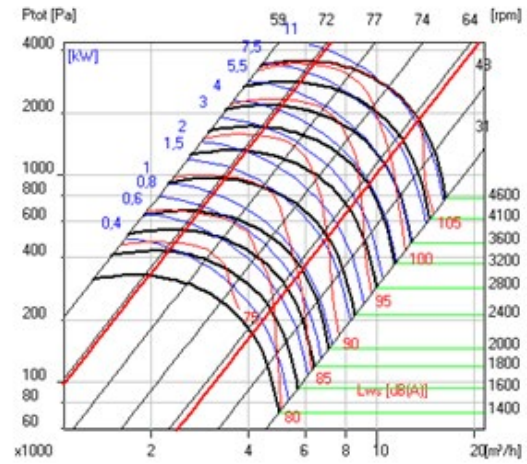
Geriye Eğik Kanatlı Fan

Resim 3.4: Kanat tiplerine göre radyal fanlar

Sistemin toplam statik basınç değeri, 1.000 Pa'nın altında ise öne eğik kanatlı fanların seçimi uygunken, bu basıncın üzerinde geriye eğik kanatlı fanların seçimi daha uygundur. Standart hava şartlarında fanların çalışması sırasında hava hızından kaynaklı oluşan dinamik basınç için ideal değer 60-135 Pa (10-15 m/s hava atış hızı) aralığındadır. Fanlarda maksimum verim ve minimum ses seviyesi için fan performans eğrisinin orta kısımlarında seçim yapılması daha uygundur. Resim 3.6'da örnek fan performans eğrisi yer almaktadır. (10.02.2022)



Öne eğik kanatlı fan eğrisi



Geriye eğik kanatlı fan eğrisi

Resim 3.5: Örnek fan performans eğrileri

Tahrik tiplerine göre kayış-kasnak tahrikli fanlarda mekanik kayıpların (sürtünme) fazla olması nedeniyle fan sistem verimleri doğrudan tahrikli fanlara göre düşük kalmaktadır ve günümüzde kullanımları azalmaya başlamıştır. Doğrudan tahrikli fanlarda mekanik kayıpların az olması nedeniyle fan sistem verimi yüksek çıkmaktadır.



Doğrudan Tahrikli Fan



Kayış-Kasnak Tahrikli Fan

Resim 3.6: Tahrik tiplerine göre fanlar

Avrupa Eco Tasarım yönetmelikleri istenen hava debisinin verimli bir şekilde sağlanabilmesi açısından fan devir kontrolünü zorunlu kılmaktadır. Değişken hava debili sistemlerde kesinlikle fan devir kontrolü gerekmektedir. Sabit hava debili sistemlerde ise sistem basınçlarındaki değişkenlikten dolayı (filtre kirliliği vb. sebeplerle) yine fan devir kontrolü gerekir. Fan devir kontrolü AC motorlarda frekans invertör ile sağlanırken, PM/EC motor gibi uygulamalarda motora entegre elektronik kontrol ekipmanı ile daha verimli bir şekilde sağlanabilmektedir.



AC Motorlu Doğrudan Tahrikli Fan

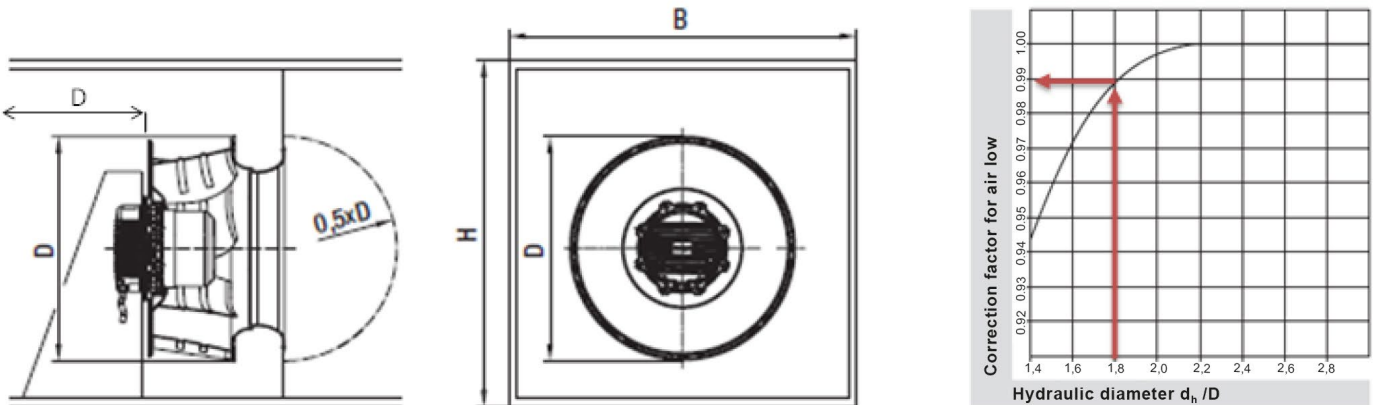


EC Motorlu Doğrudan Tahrikli Fan

Resim 3.7: AC ve EC motorlu fanlar

Yukarıda bahsedildiği üzere, fan seçiminde verim önemli bir kriterdir. Burada tüm sistemin verimliliğini (kablodan havaya yaklaşımı), mekanik, aerodinamik ve elektrik-elektronik kayıpların birleşimiyle dikkate almak önemlidir.

Fan performansına etki eden bir diğer husus ise fan hücresinin yapısıdır. Fan tiplerine göre fan üreticilerinin tavsiye ettiği fiziksel boşlukların, fanın emiş ve atış bölümünde bırakılması önemlidir. Fanın performansının düşmesini engellemek için örneğin plug fanda (doğrudan tahrik edilen serbest atışlı geriye eğik fan), fan emişinde fan kanat çapının yarısı ve fan atışında fan kanat çapı kadar boşluk bırakılması fan üreticileri tarafından istenmektedir. Klima santrali uygulamalarında fan hücresi dörtgen olduğundan hücrenin hidrolik çapının fan rotor çapına olan oranı büyük önem taşımaktadır. Bu değer istenen değer altına düştüğü durumda düzeltme katsayısı ile toplam statik basınç değeri veya hava debisi miktarı düzeltilmelidir.



Resim 3.8: Doğrudan tahrikli fan yerleşim ve örnek düzeltme faktör grafiği

Verimli fan/motor kombinasyonlarının yanı sıra klima santrali üreticilerinin önerdiği periyodik bakımların zamanında ve eksiksiz yapılması diğer önemli hususlardan biridir. Birçok uygulamada verimi yüksek fan-motor sistemi kurulmuş olsa bile periyodik bakımlarının yapılmaması sonucu zamanla verim kaybı yaşamış klima santralleri ile karşılaşmak mümkündür.

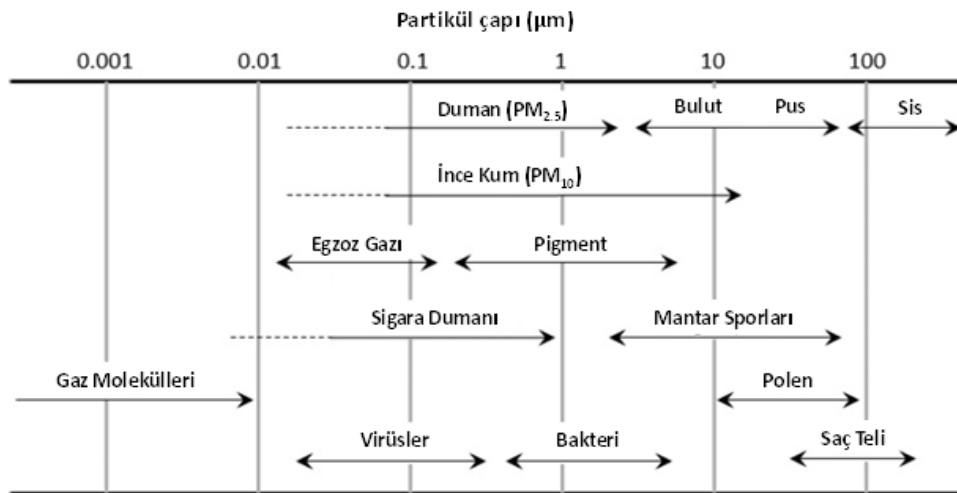
3.2 Filtre

Dünyanın birçok bölgesinde dış hava çoğu zaman kirlidir. Özellikle günümüzde hava kirliliğini azaltmaya yönelik çalışmalar yapılıyor olsa da halen kirli hava birçok ülke ve şehirde problem olmaya devam ediyor. Binalar, endüstriyel tesisler, iş yerleri, hastaneler gibi birçok alanda temiz havaya ihtiyaç duyuluyor ve bu ihtiyaç her geçen gün artıyor. Temiz hava ihtiyacının özellikle en çok hissedildiği pandemi döneminde, iç ortam hava kalitesi çok önemli bir konu haline geldi.



Resim 3.9: Hindistan Delhi şehrindeki hava kirliliği

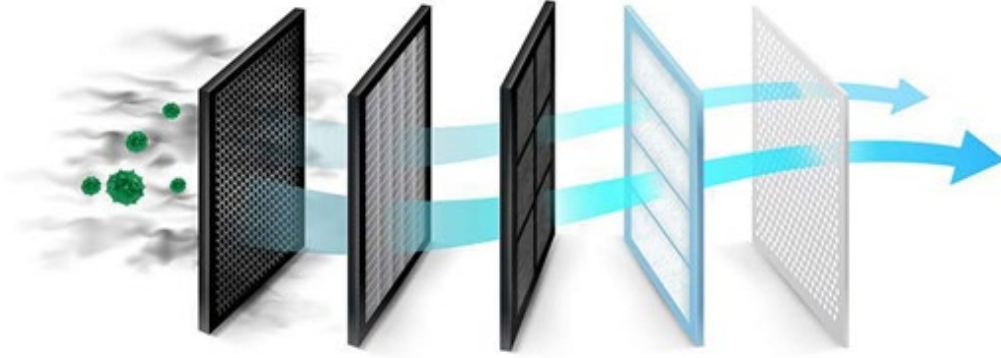
Atmosfer havasında gözle görülemeyen ancak canlılar için zararlı olabilecek birçok madde bulunuyor. Aşağı yer alan Şekil 1'de atmosferde bulunan partiküllerin bazı organik ve inorganik madde boyutlarıyla kıyaslaması yer alıyor.



Tablo 3.1: Atmosferdeki partiküllerin boyut kıyaslaması

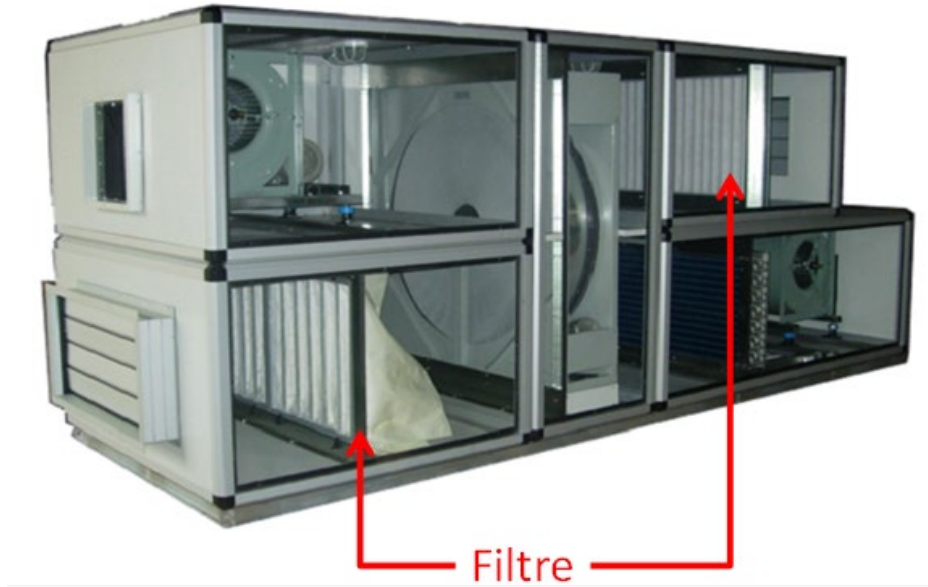
Şekilde görüleceği üzere havada farklı boyutlarda birçok kirletici bulunuyor. Bu nedenle farklı sınıflarda ve verimlerde hava filtreleri kullanımı ile kirli havanın temizlenmesi ihtiyacı ortaya çıkıyor.

Uygulamalara özel farklı tiplerde filtreler kullanılabiliyor. İri tanecikli partikül bulunan ortamlarda ön filtreleme için kaba filtreler kullanılıyor. Endüstriyel mutfaklarda, sanayi veya tekstil sektörlerinde oluşan yağ ve dumanı tutmak için elektrostatik filtreden önce metal filtreler kullanılıyor.



Resim 3.10: Klasik filtreleme aşamaları

Hava filtreleri, atmosfer havasındaki zararlı organik ve inorganik maddeleri (ince tozlar, polen, bakteri, maya, küf vb.) filtreleyerek sağlıklı bir iç ortam havası ve klima santrali ekipmanlarının temiz kalmasını sağlar. Böylece klima santralinin sağlıklı ve verimli şekilde çalışmasını destekler.



Resim 3.11: Örnek bir klima santralinde filtreler

Yukarıda belirtilen konular özellikle hijyenik klima santrallerinde büyük öneme sahiptir. İç hava kalitesinin yüksek olması gereken uygulamalarda (ameliyathane, yoğun bakım, organ nakli yapılan alanlar vb.) en az 3 kademe filtrasyon yapılması gerekir, ilk iki kademe klima santrali içine, son kademe (HEPA veya ULPA) ise mahalde montaj edilmelidir. HEPA ve ULPA filtreler Hijyenik Klima Santrali içerisine yerleştirilmeyip, mahale en yakın yere konumlandırılır. Hijyenik klima santrallerinde kullanılacak filtrelere erişim kolay olmalı ve hava giriş tarafından filtre değişimi sağlanmalıdır.



Resim 3.12: Klima santralinde örnek filtre değiştirme şekli

Filtreler klima santrallerine yerleştirildiğinde, filtre baypas kaçağı mümkün olduğunca düşük olmalıdır. Bu baypas kaçağı iki durumdan meydana gelir. İlki filtre malzemesinden geçmeden filtre çerçevesinden sızan havadır. Klima santrali üreticilerinin belirttiği adımlar ve santrale uygun olmayan ölçülerde filtre veya uygun olmayan conta uygulaması ile filtre kasetinin arasındaki açıklıklardan hava sızıntısı olması muhtemeldir.

İkinci önemli sızıntı durumu, filtre kasetiyle klima santrali iç yüzeyi arası ve klima santrali gövdesinden kaynaklanan hava sızıntılarıdır. Filtre sonrası herhangi bir bölümdeki hava sızıntıları filtrelenmemiş havanın iç ortama gönderilmesine sebep olabilir. Bu nedenle üreticilerin önerdiği periyotlarda yapılacak bakımlarda gövde sızıntıları kontrol edilmelidir.

Klima santrallerinde filtre seçimleri dış havanın durumu ve gerekli iç hava kalitesine bağlı olarak EN 779:2012 standardı yerine, EN ISO 16890:2016 (ePM1/ePM2,5/ePM10/kaba) standardı dikkate alınarak yapılmalıdır. Aşağıda Tablo 3.2’de iki standart arasındaki filtre sınıf karşılaştırılması verilmiştir.

EN 779:2012	EN ISO 16890:2016			
Filtre Sınıfı	ISO ePM ₁	ISO ePM _{2,5}	ISO ePM ₁₀	ISO Coarse
G2				≤ 30%
G3				≤ 50%
G4				≤ 60%
M5			≤ 50%	
M6		≤ 50%		
F7	≤ 50%			
F8	≤ 70%			
F9	≤ 80%			

Tablo 3.2: Filtre sınıfı karşılaştırma tablosu

Resim 3.14'te örnek bazı filtre tipleri yer almaktadır. Farklı sınıflarda farklı kombinasyonlarla klima santrallerinde filtreler kullanılabilir.

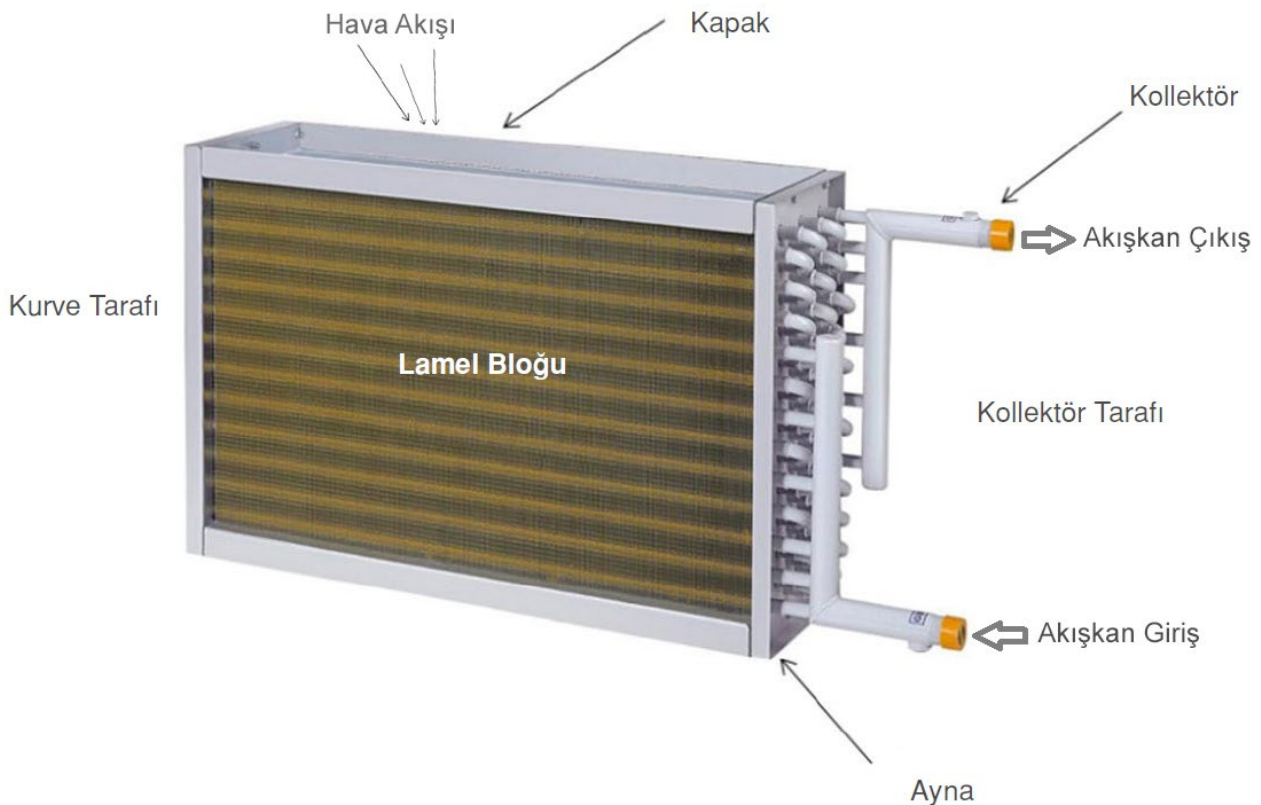


Resim 3.13: Örnek filtre tipleri

Zaman içerisinde filtredeki toz yükünden dolayı basınç kaybı ve enerji kaybı artar. Bu yüzden filtre yüzey alanı fazla olan (başlangıç basınç kaybı düşük olan) filtreler tercih edilmelidir. Ayrıca, filtre basınç düşümleri fark basınç ölçer üzerinden izlenerek klima santrali üreticilerinin belirttiği kirlilik değerine ulaştığında değiştirilmelidir. Klima santrali enerji verimliliğinin yanı sıra filtre enerji sınıfını da dikkate alarak seçimler yapılmalıdır. Basınç kaybı düşük ve partikül tutma kapasitesi fazla olan filtrelerin enerji sınıfları yüksektir. Klima santrali kullanılsa bile üreticilerin belirlediği periyotlarda filtreler değiştirilmelidir.

3.3 Batarya

Klima santralinde bataryalar, havanın ısıtılması, soğutulması ve neminin alınması için kullanılan ekipmanlardır. Bataryalar aynı zamanda kanatlı boru ısı değiştiriciler olarak da adlandırılır.



Resim 3.14: Sıcak veya Soğuk Sulu Klima Bataryası

3.3.1 Bataryaların Genel Özellikleri

- Bataryalar genel olarak; bakır boru, alüminyum lamel ve kolektörlerden oluşur.
- Bataryaların teknik özelliklerine göre seçim durumları tablosu aşağıdaki gibidir:

Özellik	Lamel Aralığı	Sıra Sayısı	Batarya Boyutları	Kollektör Çapı	Giriş Sıcaklığı
Isıtma Kapasitesi	Ters Orantı	Doğru Orantı	Doğru Orantı	-	Ters Orantı
Soğutma Kapasitesi	Ters Orantı	Doğru Orantı	Doğru Orantı	-	Doğru Orantı
Akışkan Tarafı Basınç Kaybı	-	-	-	Ters Orantı	-
Hava Tarafı Basınç Kaybı	Ters orantı	Doğru Orantı	Ters orantı	-	-

Tablo 3.3: Batarya tasarım özelliklerinin kapasite ve basınç kaybında yarattığı değişim.

Bataryalar, kullanıldığı sistemlerde içerisinden geçen akışkanın cinsine bağlı olarak isimlendirilir. Bu doğrultuda iklimlendirme uygulamalarında kullanılan bataryalar sulu ve DX batarya olmak üzere temelde iki gruba ayrılır.

1.1 Sulu Sistemler

- Sulu ısıtıcı bataryalar
- Sulu soğutucu bataryalar
- Isıtma amaçlı kullanılan buhar veya kızgın su bataryaları

Bir sistem tarafından ısıtılan veya soğutulan suyun klima santraline gönderilmesiyle, sudaki enerjinin havaya aktararak havanın ısıtılmasını veya soğutulmasını sağlayan ekipmanlardır. Seçimlerinde dikkat edilmesi gerekenler :

- Taze hava oranı, su rejimi, akışkana katılacak don önleyici veya batarya korucuyu akışkan maddeler (etilen glikol, antfrojen) gibi etkenler önemlidir.
- Hava sıcaklığı karasal olan iklimlerde hava çıkış tarafında don önleyici termostatlar kullanılmalıdır.
- Sistemin sağlıklı bir şekilde çalışması ve ortam koşullarının stabil olabilmesi için oransal kontrol vanaları kullanılmalıdır.
- Sulu soğutucu bataryalı sistemlerde drenaj tavası ve gerekli olduğunda damla tutucu kullanılmalıdır.
- Batarya yüzeyinden geçen hava hızının artması, klima santrallerinde enerji verimliliğinin düşmesine neden olur. Özellikle soğutucu bataryalarda hava hızının 2,5 m/s üzerinde seçilmemesi tavsiye edilir, ayrıca bu hızın üzerinde damla tutucu kullanılması gerekir (Hava hızı 2,8 m/sn üzerinde ise damla tutucu işlevselliğini kaybeder)

1.2. Direkt Genleşmeli (DX) Sistemler

- Evaporatör bataryaları
- Kondenser bataryaları
- Evaporatör / Kondenser (Isı pompası) bataryaları

Borular içerisinde ilerleyen soğutucu akışkanın buharlaştırılması veya yoğuşturulması metoduyla soğutucu akışkandan havaya enerji aktarımını sağlayan bataryalardır. Soğutucu akışkanın buharlaştırılması ile batarya yüzeyinden geçen hava soğutulurken; soğutucu akışkanın yoğuşturulması ile hava ısıtılır.

3.3.2 Hijyenik Bataryaların Genel Özellikleri

Yukardaki özelliklere ek olarak Hijyenik bataryaların, aşağıda maddeler halinde verilmiş asgari özelliklere sahip olması gerekir.

- En az 2,5 mm lamel aralığı (sadece ısıtıcı bataryalarında derinliği 300 mm'ye kadar olanlarda 2 mm lamel aralığına kadar düşürülebilir)
- Paslanmaz çelik çerçeve,
- Temizlik ve dezenfeksiyon amacıyla bataryalara erişim için ön ve arka tarafından yeterli miktarda boşluğunun sağlanması,
- Korozyona dayanıklı kolektör, montaj kızak ve sac kapamaları ve lamel malzeme

3.4 Klima Santrallerinde Isı Geri Kazanım Sistemi

Yılın büyük bir bölümünde dış hava sıcaklıkları gerekli hava besleme koşullarından farklı olur, bu durum da ısı bir ek işlem mecburiyeti getirir. Enerji tüketimini minimize etmek için sistemde ısı geri kazanım (IGK) uygulamaları kullanılmalıdır. IGK sistemlerinin kullanımı Avrupa Birliği içinde Eko-Tasarım (Ecodesign) Regülasyonları (EU) No 1253/2014 ile zorunlu hale getirilerek yürürlüğe girmiştir.

Isı geri kazanımı, dış ortam şartlarında alınan taze havanın egzoz havası yardımı ile ön ısıtılmasını / soğutulmasını sağlayarak, taze havanın entalpi ve sıcaklığının iç hacim şartlarına yaklaştırılmasıdır.

Klima santrallerinde egzoz hattı ve besleme hattı bulunması durumunda, ısı geri kazanım üniteleri sayesinde yüksek oranda enerjiden tasarruf elde edilebilir. Kış sezonunda dış ortam sıcaklığı düşük iken, egzoz hattındaki atık ısı geri kazanılarak dış hava konfor şartına yakın bir sıcaklığa kadar getirilebilir. Daha sonrasında ise düşük bir ısıtma gücü ile klima santralinden istenen sıcaklık çıkışı alınabilir. Yaz sezonunda ise yüksek sıcaklıktaki dış ortamdaki fazlalık enerji egzoz hattına atılarak daha az soğutma kapasitesi ile hava istenilen konfor şartına getirilebilir. Ayrıca bazı ısı geri kazanım uygulamalarında nem transferi de söz konusudur. Bu da yazın soğutma ve yeniden ısıtmaya harcanacak enerjiden tasarruf sağlarken, kışın ilave nemlendirici kullanımı ihtiyacını giderebilir.

Klima santrallerinde enerjiyi geri kazanmanın bir yolu karışım hücreleri iken bu yöntemde düşük taze hava oranları konforu ciddi anlamda düşürmektedir. Bu nedenle IGK sistemlerinin kullanımı Avrupa Birliği içinde Eko-Tasarım (Ecodesign) Regülasyonları (EU) No 1253/2014 ile zorunlu hale getirilerek yürürlüğe girmiştir. 2021 yılında bu regülasyon Türkiye'de de zorunlu hale gelmiştir.

Eko-Tasarım (Ecodesign) regülasyonu ile ısı geri kazanım uygulamalarında belli kriterlerde yeni limitler gelmiştir:

- Isı tekeri (rotor) ve plakalı ısı geri kazanım (reküperatör) uygulamalarında eşdeğer debide minimum %73 sıcaklık verimi zorunludur. Run around ısı geri kazanım uygulamalarında bu limit %68 olarak uygulanır.
- Gerektiğinde ısı geri kazanım, istenen oranda kontrol edilebilmeli ve tamamen by-pass edilebilmelidir. Bu sayede geçiş mevsimlerinde istenmeyen ısı geri kazanımın önüne geçilir. Bu durum rotorlarda motor devir kontrolünü, plakalı ısı geri kazanımda ise by-pass damperi kullanımını zorunlu kılar. Run around ısı geri kazanımda ise kullanılacak vanalar ile bu kontrol sağlanmalıdır.

Isı geri kazanım uygulamaları termodinamik ve ısı geçiş mekanizması açısından üç ana gruba ayrılabilir:

3.4.1. Regeneratif Isı Geri Kazanım: Enerjinin yüksek olduğu hattan aracı bir yüzey veya aracı bir akışkana geçici bir süre ile aktarılıp, daha sonra bu akışkan veya yüzeyden enerjinin düşük olduğu hatta aktarılmasıdır. Isı tekeri (rotor) uygulamalarında aracı bir yüzey ile (genelde alüminyum) regeneratif ısı geri kazanım sağlanır. Eko-Tasarım (Ecodesign) regülasyonu kapsamında olmayan fakat Orta Doğu'da yaygın olarak kullanılan Heat Pipe sistemi ise, aracı akışkan olarak soğutucu gazların kullanıldığı bir uygulamadır. Sadece yaz sezonunda ısı geri kazanımına izin verir.

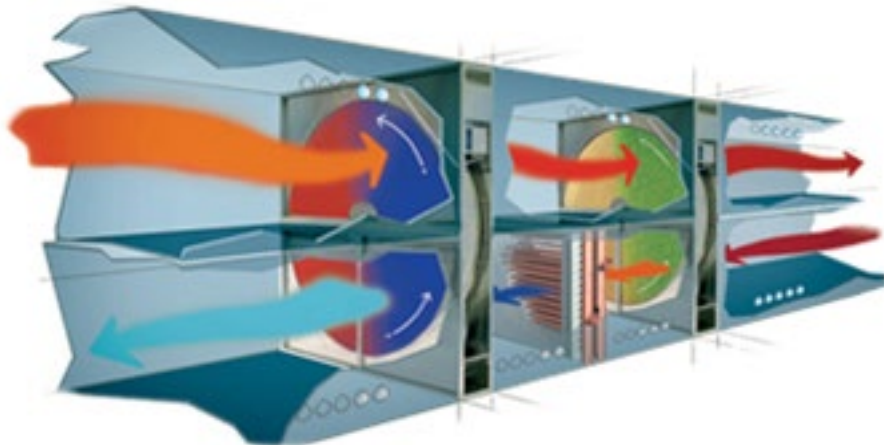
3.4.2. Reküperatif Isı Geri Kazanım: Enerjinin yüksek olduğu hattan düşük olan hatta aracı bir yüzey üzerinde sürekli ısı geçişi ile aktarılmasıdır. Yüzeyin bir tarafında egzoz hava akışı varken, diğer tarafında besleme hava akışı vardır ve iki hat arasında sürekli ısı geçişi vardır. Bu ısı geri kazanıma örnek olarak plakalı ısı değiştiriciler (reküperatör) gösterilebilir ve çapraz akış / karşıt akış olmak üzere iki çeşit plaka tipi mevcuttur.

3.4.3. Run Around Isı Geri Kazanım: Isı transfer mekanizması bakımından regeneratif ısı geri kazanım uygulaması olmasına rağmen (Enerjinin akışkan üzerinde depolanıp aktarıldığı), HVAC literatüründe run around ısı geri kazanım ayrı bir sınıf olarak gösterilmektedir. Run around uygulamalarında aracı akışkan (su ve su-antifriz solüsyonları) iki ısı değiştirici arasında dolaştırılarak ısı geri kazanım sağlanır.

3.4.4. Klima Santrallerinde Kullanılan Isı Geri Kazanım Üniteleri:

3.4.4.1 Rotorlu Isı Geri Kazanım

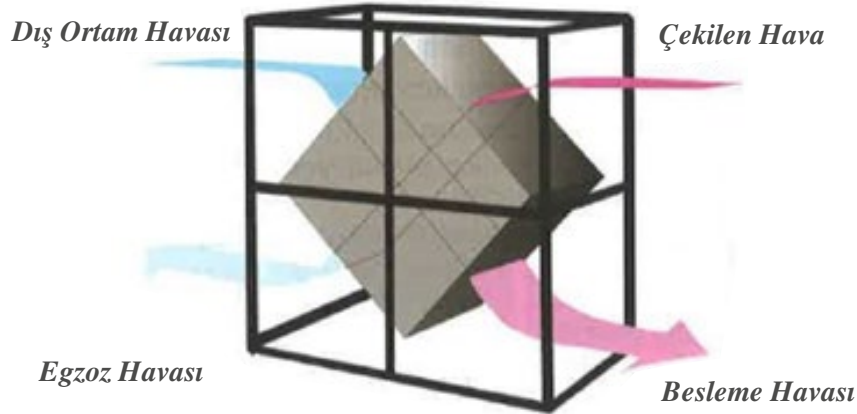
- Isıl verimleri %85-90 seviyelerine kadar çıkabilmektedir.
- Rotor dönüş hızı motor üzerinden kontrol edilmeli ve ısı geri kazanım oranı kontrol edilmelidir.
- Nem transferine de izin verir. Kondenzasyon tip rotorlarda nem transferi sadece yoğuşmanın olduğu kış sezonunda mevcuttur. Entalpi ve sorption tip rotorlarda ise alüminyum üzeri silika jel veya molecular sieve (moleküler elek) kaplamalar sayesinde sürekli nem transferi mümkündür.
- Egzoz hattı ve besleme hattı arasında hava kaçak riski diğer ısı geri kazanım uygulamalarına göre daha yüksektir. Egzoz ve besleme hattı arasındaki fark basıncına bağlı olarak kaçak miktarı değişmektedir. Bu nedenle hijyen uygulamalarda tercih edilmez. Fakat konfor uygulamalarında en yaygın kullanılan ısı geri kazanım uygulamalarındandır.
- Kışın nem transferi yapıldığı için donma ihtimali düşüktür, rotor hız kontrolü ile bu ihtimal tamamen ortadan kaldırılabilir.



Resim 3.15: Rotorlu Isı Geri Kazanım Eşanjörü

3.4.4.2. Plakalı Isı Geri Kazanım:

- Çapraz akışlı ve karşıt akışlı olmak üzere iki tipi vardır. Karşıt akışlı olanların sıcaklık verimi değerleri %90-93 seviyelerine kadar çıkabilirken çapraz akışlı olanlarda %50-75 arası değişir. Fakat karşıt akışlı plakalarda hava tarafı basınç düşümü daha yüksektir ve yüksek hava debileri için kullanılacak kadar büyük yapıda üretilmesi mümkün değildir. Tek bir plaka ile 10.000 m³/h gibi hava debilerine çıkılabilmektedir. Dört adet karşıt akışlı plakanın paralel bağlanması sonucu hava debisi artırılabilir.
- Eko tasarım regülasyonu ile istenilen ısı geri kazanım verimlerinin sağlanması için karşıt akışlı plaka kullanımı daha da yaygınlaşacaktır.
- Hava kaçak oranları rotorlu ısı geri kazanıma göre daha düşüktür. Hijyenik uygulamalarda, doğru tasarım ile kullanıma imkanları vardır. Örneğin plakanın egzoz hattı negatif basınçta ve taze hava hattı pozitif basınçta tutularak, olası kaçakların taze hava tarafından egzoz tarafına gerçekleşmesini sağlayabiliriz.
- Kış sezonunda donma problemi vardır. Bu nedenle özellikle soğuk iklimlerde by-pass damperi veya ön ısıtıcı ile kullanımı gereklidir. Isı geri kazanım veriminin kontrolü için zaten by-pass damperi kullanımı zorunludur.
- Nem transferi yapmayan, alüminyum ve plastik malzemeden üretilen plakalar yaygın olarak kullanılır. Türkiye'de alüminyum plakalar daha sık kullanılır.
- Avrupa'da membran esaslı malzemeler ile üretilen plakalar yüksek oranda nem transferine de izin verir.



Resim 3.16: Plakalı Isı Geri Kazanım Eşanjörü

3.4.4.3. Run Around Isı Geri Kazanım:

- Aracı akışkan olarak su veya su-antifriz karışımlarının, egzoz ve besleme hattında bulunan iki ısı değiştirici arasında dolaştırılmasıyla ısı geri kazanım sağlanır.
- Hava kaçak riski tamamen ortadan kaldırılabilirdiği için özellikle hijyenik uygulamalarda kullanımı yaygındır.
- Isı geri kazanım sisteminde kullanılacak pompa, vana ve otomasyon seti ile, verim kontrolü ve donma kontrolü sağlanabilir. Bu noktada otomasyon önem teşkil eder.
- Suyun donma riskinin yanı sıra egzoz bataryası üzerinde yoğunlaşan suyun batarya üzerinde buzlanma riski mevcuttur. Suyun donmasını engellemek için etilen glikol-propilen glikol gibi antifriz kullanımı yaygındır. Batarya üzerinde buzlanma ise sistemde 2 yollu veya 3 yollu vanalar kullanarak, suyun bir kısmının besleme bataryasından by-pass edilmesiyle engellenebilir. Isı geri kazanım sistemlerinde sıcaklık veriminin yanı sıra enerji tüketimi de önemlidir. Isı değiştiriciler üzerindeki basınç düşümleri fan güç tüketimini yükseltir. Bu nedenle mümkün olduğunca düşük basınç kaybına neden olacak ısı değiştirici boyutlandırması yapılmalıdır. Ayrıca ısı tekeri uygulamasında motor, run around ısı geri kazanım uygulamasında da pompa-motor enerji tüketimi söz konusudur. Optimum ısı geri kazanım uygulaması için motor kontrolü, frekans kontrollü veya EC motor kullanımı önemlidir.



Resim 3.17: Çevrimsel (Run Around) Isı Geri Kazanım Bataryası

SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI			
Sistem	Plakalı Isı Değiştirici	Roraty Isı Değiştirici	Çevrimsel Isı Geri Kazanım Bataryası
Hava Akışlarının Yakınlık İhtiyacı Bulunmaması	✗	✗	✓
İhtiyaç Duyulan Montaj Alanı	↑	↑	→
Besleme ve Dönüş Havaının Birbirinden Tamamen Ayrı Olması	✗	✗	✓
Kaçak Oranı	%0-3	%3-6	0
İlave Güç Tüketimi Gerektirmemesi	✓	✗	✗
Temizlenebilirlik	↓	→	↑
Nem Transferi İhtimali	✗	✓	✗
Sıcaklık Verim Aralığı	0,4-0,8	0,6-0,8	0,4-0,8

Tablo 3.4: Isı Geri Kazanım Sistem Karşılaştırması

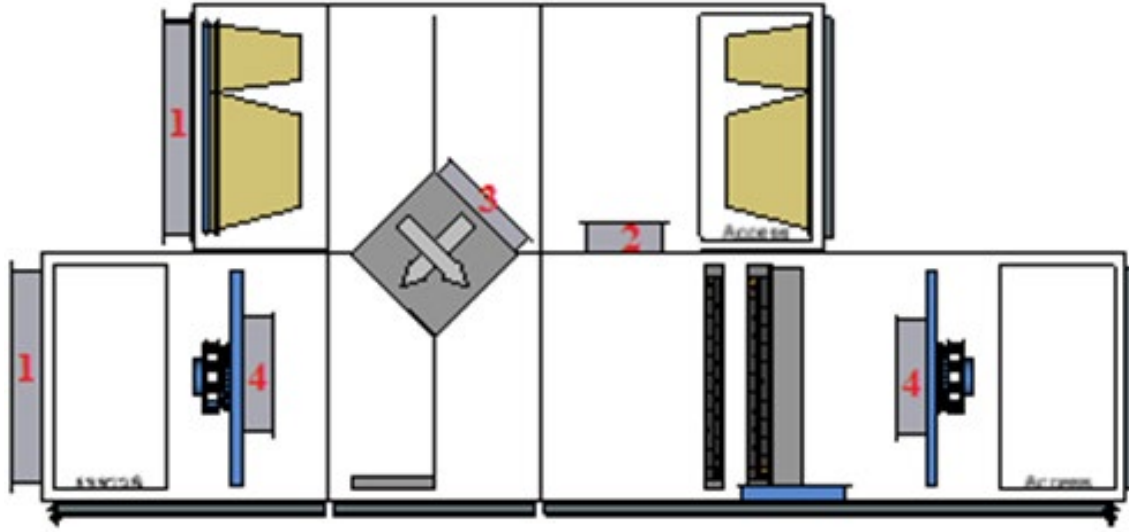
3.5 HAVA DAMPERLERİ

3.5.1. Damper Uygulamaları

Klima santrallerinde hava kontrol damperleri çeşitli amaçlarla kullanılır.

- Klima santrali ile kanal bağlantısını açmak / kapamak,
- Taze hava-dönüş havası karışım oranını ayarlamak,
- Klima santrali içerisinde havayı ısı değiştiriciden by-pass etmek,
- Aynı hava hattında birden fazla fan kullanıldığında fanlar arasında by-pass'ı engellemek, damper kullanımı gerektiren en yaygın uygulamalardır.

Klima Santralinde Hava Damper Uygulamaları aşağıda Resim 3.19’da verilmiştir.



- 1: Dış hava bağlantı (açma-kapama damperleri)
- 2: Karışım damperi (taze hava-dönüş havası karışımı)
- 3: Isı değiştirici by-pass damperi
- 4: Çoklu fan by-pass damperi

Resim 3.18: Klima santrali hava damperi uygulamaları

3.5.2 . Damper Kontrolü

Damperlerin ayarlanması elle yapılabileceği gibi, damper servo motoru ile de kontrol sağlanabilir. Özellikle otomasyonlu klima santrallerinde (fabrika çıkışlı otomasyonlu veya sahada otomasyon eklenmiş) damper motoru ile kullanımı yaygındır.

İç ve/veya dış ortam havası ile bağlantıyı kesmek, fanlar arası by-pass’ı engellemek gibi amaçlarla kullanılan damperlerde genellikle aç-kapa damper motoru tercih edilir. Hava karışım oranını ayarlamak, ısı değiştirici kapasitesini oransal kontrol etmek gibi amaçlarla kullanılan damperlerde ise oransal kontrollü damper motorları tercih edilir. Özellikle dış ortam havası ile bağlantıyı kesmek için kullanılan damperler yay geri dönüşlü servo motorlar ile kontrol edilir. Bu sayede elektrik kesintisi gibi durumlarda damper motorundaki yay mekanizması damperi otomatik olarak kapatır. Böylece iç ortam ile dış ortam havası arasındaki istenmeyen akış kesilmiş olur.

3.5.3. Damper Sızdırmazlığı

Klima santrallerinde hava damperleri, gövde ve kanat sızdırmazlık performansı olarak iki ayrı bölümde değerlendirilir. EN 1751 standardına göre kanat sızdırmazlığı Class 1 ile 4 arasında dört ayrı sınıfta, gövde sızdırmazlığı ise Class A ile Class C arasında üç ayrı sınıfta değerlendirilir. Kanat sızdırmazlığında en iyi sınıf Class 4 iken gövde sızdırmazlığında en iyi sınıf Class C’dir. Özellikle hijyenik klima santrallerinde minimum Class 2, yüksek sızdırmazlık istenen kritik uygulamalarda ise Class 4 şartı aranır. By-pass veya oransal hava kontrol uygulamalarında sızdırmazlık sınıfı daha az önem taşır.

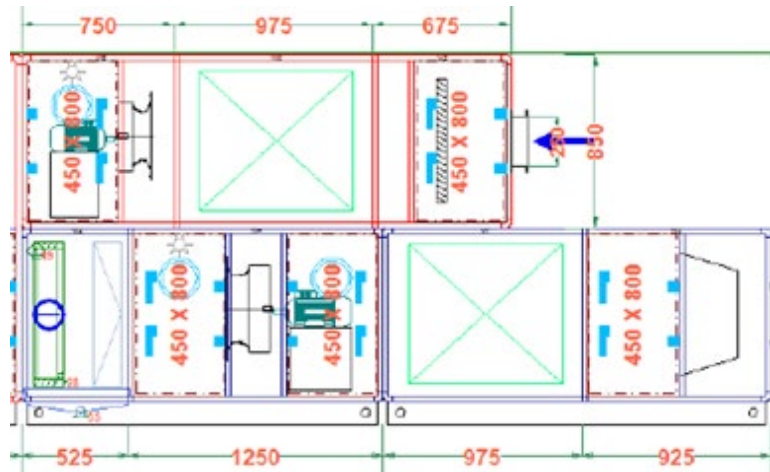
3.5.4. Damper Malzemeleri

Genelde damper kanatları ve gövdesi galvaniz çelik veya alüminyum malzemeden, sızdırmazlık elemanları ise plastik, kauçuk vb. malzemelerden üretilmektedir. Ayrıca damper kanatları arasında ve damper milinden damper kanatlarına güç aktarımını sağlayan elemanlar (çark veya mafsallı bağlantı), plastik veya metal malzemelerden oluşmaktadır.

Hijyenik klima santrallerinde kullanılan damperlerdeki plastik esaslı malzemeler, bakteri-mantar vb. mikroorganizma üremesine imkân vermemeli ve en az Class 1 şartını ISO 846 standardına göre sağlamalıdır.

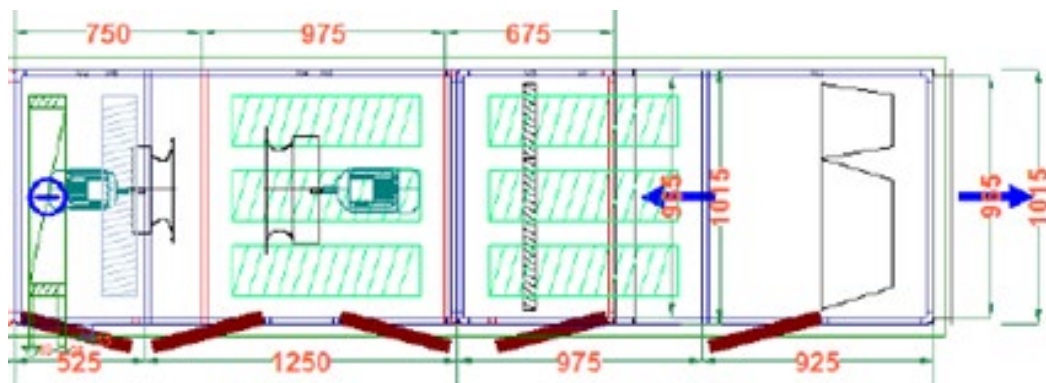
3.6 SUSTURUCU

Klima santrallerinde kullanılan susturucular, santral içerisinde bulunan fan - motor grubundan ve hava hareketinden kaynaklanan gürültünün iç veya dış ortama aktarılmasını önlemek için kullanılan elemanlardır. Bu tip susturucular, sadece hava akışı ile yayılan sesi sönmölemek için kullanılabilir. Ancak klima santralinin etrafına yayılan sesin sönmölenmesinde işlevi yoktur.



Resim 3.19: Yukarıda klima santralinde örnek bir susturucu konumlaması görülmektedir

Susturucular, klima santrallerinde sesin sönümlenmesinin istendiği yönde konumlandırılmalıdır. Örneğin bir aspiratörde susturucu, fan ile dönüş kanalı arasına konumlandırıldıysa bu susturucunun klima santralinin atış/egzoz ağzında önemli bir etkisi bulunmaz.



Resim 3.20: *Klima santralinde susturucunun, hava akımına göre hangi tarafa konulacağı önemlidir.*

Susturucular, sesi sönümlemesi amacıyla hava akış yönüne paralel yerleştirilmiş olan kulisler ve bu kulislerin bağlı olduğu bir gövdeden oluşur. Susturucu kulisleri TS EN 13501-1 standardına uygun A1 yanmazlık sınıfında ses izolasyon malzemesi içerir. Ses izolasyon malzemesi, buhar difüzyonuna karşı dirençli cam tülüyle kaplanmalıdır. Bu sayede havanın izolasyon malzemesinden partikül koparması engellenmiş olur. Mukavemeti ve ses sönümlenmesini iyileştirmek için kulislerin iki yan yüzü perfore sacla kaplanabilir.



Resim 3.21: Örnek bir susturucu görüntüsü

Havanın susturucu kulislerine çarpma sayısı artırılarak ses sönümleme miktarının da artırılacağı unutulmamalıdır. Temas süresini artırmak için kulis boyları uzatılabileceği gibi kulisler arasındaki boşluklar da azaltılabilir. Ancak kulis boyunu artırmak, kulisler arasındaki mesafeyi azaltmaktan çok daha az bir basınç kaybına sebep olacağı için kulislerin boylarının uzatılması tavsiye edilir.

Susturucu kulisleri öncesinde akış düzenleyici ekipmanlar kullanarak havanın homojen bir şekilde kulislerin arasına dağılması sağlanabilir. Böylece, susturucu hücrelerinden kaynaklı basınç düşümü de azalır.

Hijyenik uygulamalarda bakım, temizleme ve dezenfeksiyon işlemlerini kolaylaştırmak için korozyona dayanıklı malzemeden (tercihen paslanmaz) imal edilmiş kulisler yatay konumlandırılmalı ve hücrenin tabanına drenaj tavası yerleştirilmelidir.

3.7 NEMLENDİRİCİLER

İç ortamlarda hava sıcaklığının yanı sıra havanın neminin de kontrol altına alınması önemli bir parametredir. Konfor iklimlendirilmesinde kış hava koşullarında ısıtma sonrası kuru havanın nemlendirilmesi önemlidir. Bunun dışında endüstriyel uygulamalarda ürün kalitesini iyileştirmek için nem kontrolüne ihtiyaç duyulur.

Nemlendiricileri üç ana grupta toplamak mümkündür.

3.7.1 Buharlı Nemlendiriciler

Buharlı nemlendirme cihazları iki ana grupta toplanır;

- Buharı kendisi üreten nemlendiriciler
- Hazır buhar kullanan nemlendiriciler

Buharı kendisi üreten nemlendiriciler silindirik bir kaptaki suyu elektrik enerjisi kullanarak buharlaştırma prensibi ile çalışırlar. Hijyenik uygulamalar için en ideal çözümdür. Piyasada elektrik rezistanslı ve elektrotlu olmak üzere iki tip buharlı nemlendirici üretilir. Bu tip uygulamalarda havadaki nemle birlikte sıcaklık bir miktar artar.

3.7.1.1. Buharı Kendisi Üreten Nemlendiriciler

1.1. Elektrik Rezistanslı Buharlı Nemlendiriciler

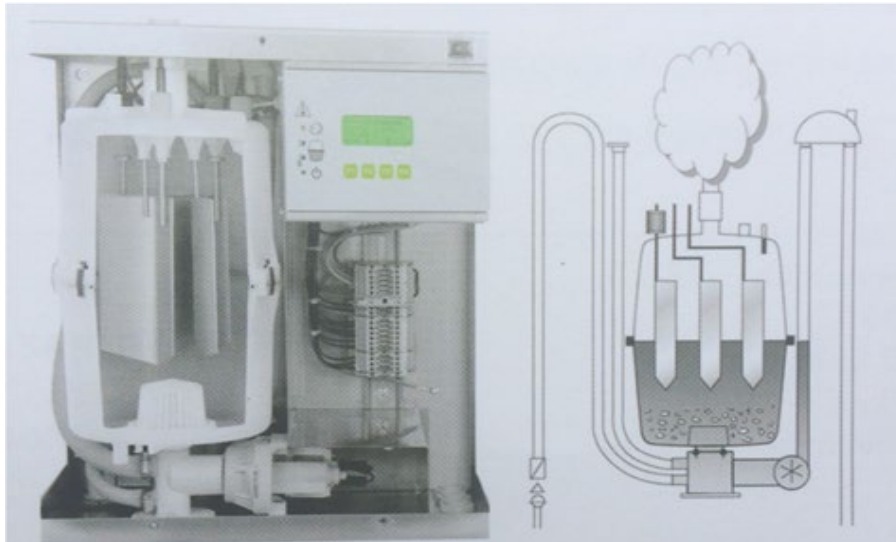
Elektrik rezistanslı buharlı nemlendiricilerde su, elektrikli rezistans ile ısıtılıp su buharı elde edilir. Üretilen buhar difüzörlü nozul vasıtası ile hava akışına aktarılır. Sistemin sağlıklı çalışabilmesi için suyun iletkenliğinden ziyade sertliği önem taşır.



Resim 3.22: Elektrik Rezistanslı Buharlı Nemlendirici kesit görseli

1.2. Elektrot Boylerli Buharlı Nemlendiriciler

Elektrot boylerli buharlı nemlendiricilerde iletken olan su (örneğin musluk suyu), suya daldırılmış elektrotlar vasıtasıyla JOULE etkisi ile buharlaşır. Sistemin sağlıklı çalışabilmesi için suyun iletkenliği büyük önem taşır. Bu tip nemlendiricilerde suyun iletkenliği belirli bir mikronizense düzeyinde tutulabilmesi için silindirin içinde bulunan suyun yenilenmesi gerekir. Elektrot boylerli buharlı nemlendiriciler, elektrik rezistanslı sistemlere kıyasla daha hızlı buhar üretebilir.



Resim 3.23: Elektrot Boylerli Buharlı Nemlendirici Kesit görseli ve çalışma prensibi

3.7.1.2. Hazır Buhar Kullanan (Proses) Nemlendiriciler

Merkezi hazır basınçlı buhar sisteminden, uygun basınçta bir branşman ayrılarak klima santrali veya kanal hattında bulunan difüzör nozuluna buhar aktararak nemlendirme sağlanır.

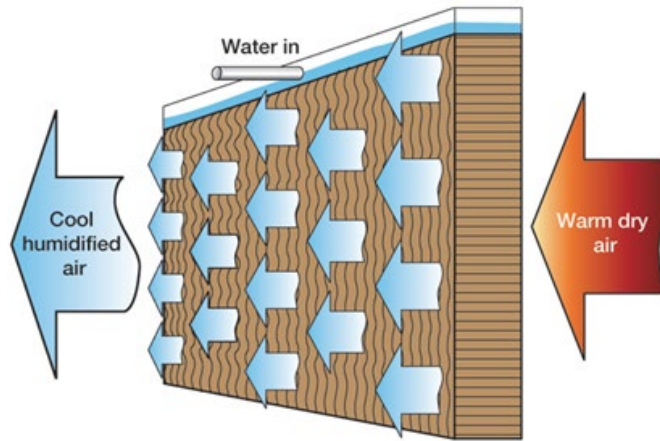
3.7.2. EVAPORATİF NEMLENDİRİCİLER

Nemlendirme prosesi, suyun hava ile doğrudan temas etmesi sonucu buharlaşarak havaya karışması ile gerçekleşir. Suyun püskürtülmesi veya dolgu malzemeler kullanarak hava ile temas eden yüzey alanının artırılması sonucu nemlendirme verimi artar.

Bu tip nemlendiriciler beş ana grupta toplanır.

3.7.2.1. Evaporatif Dolgu Tipli Nemlendiriciler

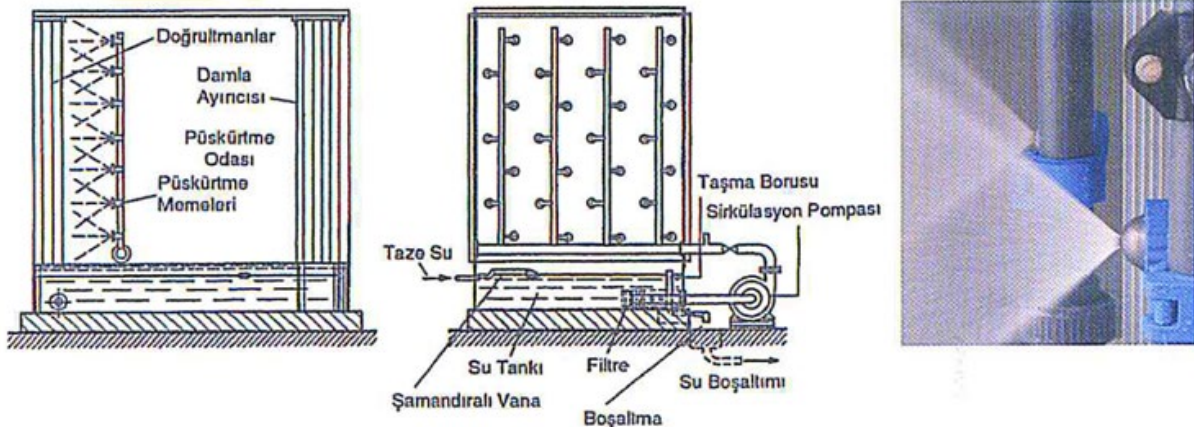
Hava ıslak bir dolgudan geçirilmek suretiyle nemlendirme yapılır. Dolgu sirkülasyon pompalı sistem vasıtasıyla veya direkt olarak şebeke suyu ile sürekli ıslak halde tutulur. Dolgu malzemesi olarak genellikle ıslatılmış şilte veya selülozik malzemeden yapılmış pedler kullanılır.



Resim 3.24: Evaporatif Dolgu Tipli Nemlendirici Çalışma Prensibi

3.7.2.2 Su Püskürtmeli (Fıskiyeli) Nemlendiriciler

Basınçlandırılmış su fıskiye yardımı ile pulverize edilir. Suyun bir kısmı buharlaşarak havaya karışırken büyük bir kısmı su haznesine geri döner. Nemlendirici çıkışında su damlacıklarının sürüklenmesini engelleme amaçlı damla tutucu kullanılır.



Resim 3.25: Su Püskürtmeli (Fıskiyeli) Nemlendirici Çalışma prensibi ve Uygulama Örneği

3.7.2.3 Yüksek Basınçlı Su Kullanan Nemlendiriciler

Yüksek basınçlı nemlendiricilerde ana prensip suyun 60-120 bar gibi oldukça yüksek basınç ile özel olarak tasarlanmış nozullardan geçirilmesidir. Böylece su zerreleri sis haline dönüştürülür.

Su zerrelерinin ayrıca özel tasarımı tۈrbۈlans kanatçıkları ile çok yüksek verimde havaya karışmaları mümkündür. Bu sayede klima santrali tabanında klasik sulu nemlendiricilerde olduğu gibi bir hazne gerekmez. Ancak üretici tarafından tavsiye edilen absorpsiyon mesafesine dikkat edilmelidir.

Bu tip nemlendirmede su haznesinin kullanılmamasından dolayı mikroorganizma ۈreme riski minimum olur, ancak düzenli olarak temizlenmesi önemlidir. Nozulların özel tasarımı ve yüksek basınç ile kullanılmasından dolayı suyun şartlandırılması gerekir.



Resim 3.26: Yüksek Basınçlı Su Kullanan Nemlendirici Uygulama ۖrneği

3.7.2.4. Basınçlı Hava/Su Kullanan Nemlendiriciler

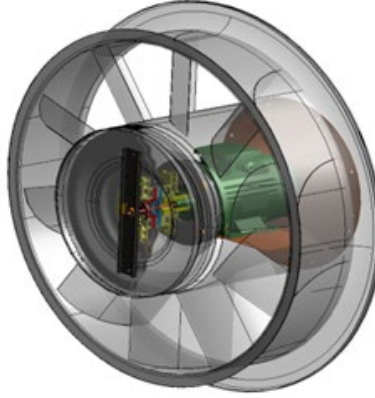
Basınçlı hava ile suyu atomize eden nozul sistemidir. Direkt mahal içine nemlendirme yapmak için kullanılır. Kanal veya santral içine monte edilebilen tipleri vardır. Özel kontrol paneli ve basınç regۈlatۖrۖ ile çalışır. Doğru basınç ayarlarında damlatma yapmaz. Bu tip nemlendiriciler yüksek basınçlı su kullanan nemlendiricilere göre daha düşük basınçlarda çalışabilmektedir, genellikle 10 bar altı basınçta olan sistemler uygulanır.



Resim 3.27: Basınçlı Hava/Su Kullanan Nemlendirici gۖrseli

3.7.2.5 Mekanik Diskli Santrifüj Nemlendiriciler

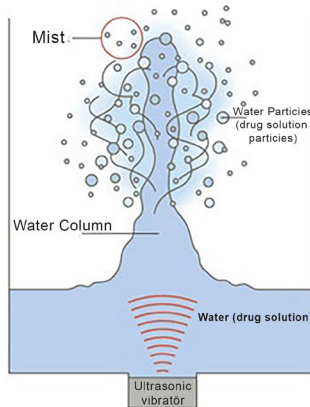
Mekanik diskli kompakt atomizör tipi nemlendiriciler depo, hol ve büyük salonların tavanlarına monte edilerek direkt oda nemlendirilmesi amacıyla veya proses klima santrallerinde kullanılırlar. Su, motor miline bağlı özel kanatlara sahip diskin santrifüj etkisi ile zerrelere ayrılır ve hava akışı içinde homojen bir nemlendirme sağlanır. Bu tip nemlendirme sistemleri de düşük elektrik tüketimine sahiptir. Ayrıca bu sistemlerin performansı besleme suyu kalitesinden çok etkilenmez.



Resim 3.28: Mekanik Diskli Santrifüj Nemlendirici görseli

3.7.3. Ultrasonik Nemlendiriciler

Ultrasonik nemlendiriciler, mekanik titreşim prensibi ile su damlacıklarını havanın kolayca absorbe edebileceği partiküllere dönüştürür. Bu tip nemlendiriciler, demineralize su ile beslenir. Böylelikle çözünmemiş partiküllerin, hava akımının içinde toz olarak dolaşması da engellenmiş olur. Bu sistemlerin pozitif basınçlı hücrelerde kullanılması uygun değildir.



Resim 3.29: Ultrasonik Nemlendirici Çalışma Prensibi ve Uygulama Örneği

4. KLİMA SANTRALİ KONTROL VE OTOMASYON SİSTEMİ

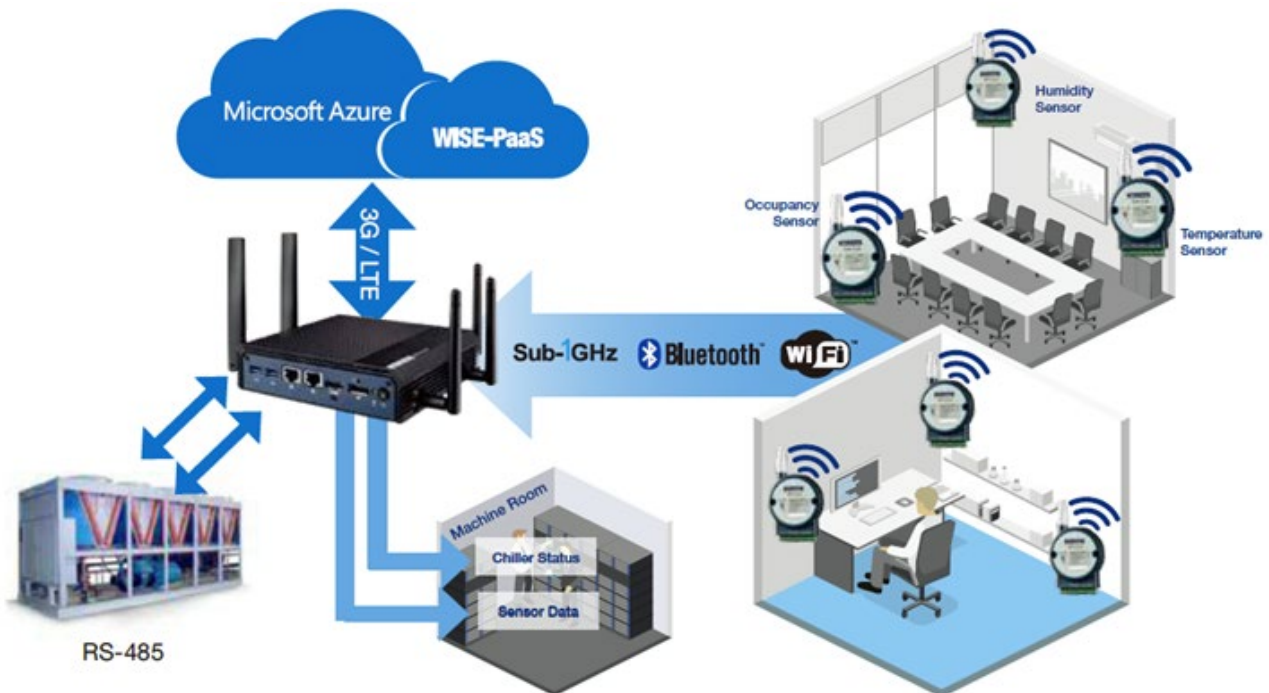
Nesnelerin interneti (IoT) ile hayatımızın her alanına hızla giren gelişmiş otomasyon sistemleri, klima santrallerinde de etkinliğini her geçen gün arttırmaktadır. Dolayısıyla klima santralleri artık sadece mekanik ekipmanlar olarak değil, elektromekanik cihazlar olarak ele alınmalı ve tasarımları bu doğrultuda yapılmalıdır. Bu yaklaşım hem klima santrallerinin en güvenli şekilde ve en yüksek verimle kullanılmasını sağlayacak, hem de hızlı ve güvenilir şekilde devreye alma işlemlerini mümkün kılacaktır. Aynı şekilde üretici firmaların yaptığı Ar-Ge çalışmalarının sonuçlarının klima santralleri üzerinde daha net görülebilmesi için de kontrol sistemlerinin cihazlar dahilinde olmasının önemi oldukça büyüktür.

Klima santralinde bulunan ekipmanların, güvenlik, verimlilik, konfor ve kullanıcı tercihlerinden gelen gerekliliklerin sağlanması amacıyla kontrol edilebilmesi gerekir. Tüm bu gereklilikler klima santralinin çalışma senaryosunu oluşturur. Oluşan senaryo ile ekipmanların yönetimini yapacak olan kontrol modülünün yazılımı belirlenmiş olur. Kontrol modülü (mikro işlemci, plc) klima santralini otomatik kontrol edecek gömülü yazılımın bulunduğu ekipmandır.

Kontrol modülüne gelmesini istediğimiz bilgiler kablolu/kablosuz sistemlerle taşınır. Tüm bu sistemlerin ve elektrik güvenliği gereği eklenmesi gereken diğer ekipmanların bulunduğu bir panoya ihtiyaç duyulur. Güç ve kontrol sistemlerinin merkezi konumunu alan dahili pano dağıtım ve kontrol panosu olarak adlandırılır. Burada; besleme şalteri, trafo, sigorta, röle, invertör ve kontrol modülü ile klemens grupları gibi ekipmanlar bulunur. Bu ekipmanlar klima santralinde bulunan ilgili komponentin istenildiği koşul ve zamanda enerjilendirilmesi, kontrol edilmesi ve güvenliğinin sağlanması amacıyla kullanılmaktadır.

Klima santralinde arzu edilen kontrollerin gerçekleştirilmesi için oluşan senaryo doğrultusunda amacına özel sensör veya anahtarlara da ihtiyaç duyulur.

Fark basınç sensörleri filtre kirlilik bilgileri, invertör kontrollü fanlarda debi ölçüm ve izleme amacıyla kullanılır. Fark basınç anahtarları da filtrelerin kirliliğinin algılanmasında veya fanların çalışıyor olduğu bilgisini alabilmek amacıyla kullanılabilir. Sulu ısıtma bataryalarında donmayı engellemek amacıyla don termostatu kullanılır. Kontrol modülü donmayı engellemek için, ısıtma vanası tam açık konumuna alınır, fanlar durdurulurken damperler de kapatılır. Don koruması amacıyla taze hava sıcaklık sensöründen alınan bilgiyle de benzer tedbirler alınabilir. Mahalde istenen konfor şartlarının oluşturulması için mahalin özelliklerine göre sıcaklık, nem ve karbondioksit seviyelerinin ölçülmesi gerekebilir. Damperleri kontrol etmek için uygun güçte yay geri dönüşlü damper motorları kullanılır. Cihaz ilk çalıştırmada öncelikle damper motoru açılır, fanlar ise daha sonra devreye girer. Oransal veya aç/kapa olarak kullanılabilirler. Duman dedektörleri ile algılanan yangın bilgisiyle, kontrol modülü taze hava fanını ve damperini kapalı, egzoz havası fanını ve damperini ise açık konumuna getirir. Acil durumlarda fan motorlarını durdurmak için acil stop butonu kullanılır. Fan motorlarının bulunduğu müdahale kapısının açılması durumunda motor enerjisini kesmek ve olası tehlikeleri engellemek için kapı switch'i kullanılır. Bakım anahtarının kullanıldığı durumlarda, kontrol modülüne bakım bilgisi geldiğinde fanlar durdurulur, vanalar ve damperler kapalı konuma alınır.



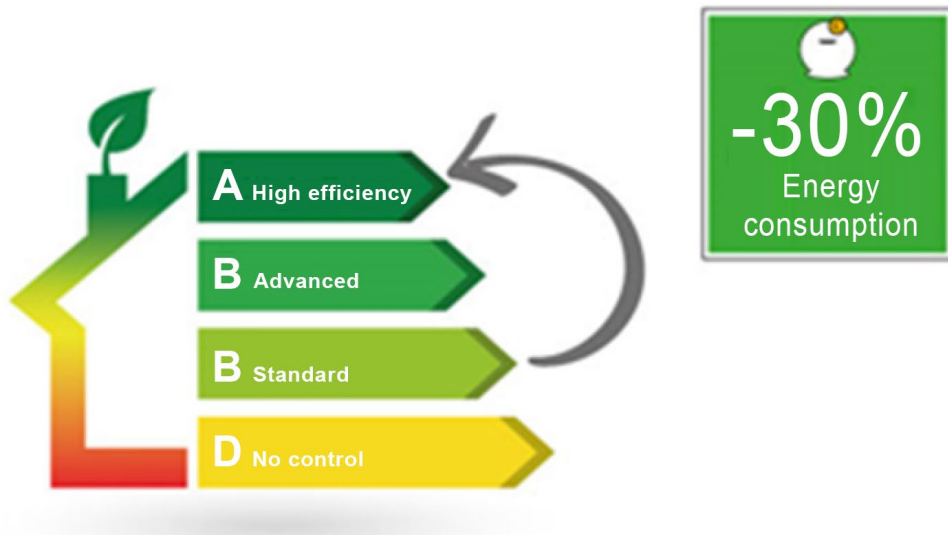
Resim 4.1: IoT ve BMS Örneği

4.1 Otomasyonlu Klima Santralinin Toplam Sistem Verimliliğine Etkisi

Çevrenin korunması ve enerji tüketiminin önem kazanması ile tesislerdeki enerji verimliliğinin en üst seviyede tutulması hedeflenir. Bu anlamda tesisdeki iklimlendirme sisteminin verimli şekilde çalışması gerekir. Klima santrallerinin dahili kontrol sistemleri olmadan sadece bina lokal sistemleri üzerinden manuel olarak kontrol edilmesi, arzu edilen sonuçların elde edilmesini zorlaştırır. Çözüm olarak projeye özel tasarlanmış klima santraliyle birlikte entegre kontrol sisteminin de fabrikasyon olarak üretilmesi önerilir.

Bina lokal kontrol cihazları bu ilişkide yönetici durumunda olmalıdır. Bu sistemler ortamın ihtiyaçlarını ilgili sensörlerden aldığı bilgilere göre belirleyip, ilgili alanlar için gerekli talepleri klima santrallerinin kontrol sistemlerine iletip aksiyon alınmasını sağlar. Klima santrali dahili kontrol cihazları da gelen talebe göre klima santralini en ideal noktada çalıştırır ve anlık olarak genel durumdan lokal kontrol sistemini haberdar eder.

Binada bulunan bağımsız mahallerin iklimlendirmesi için mahale özgü bir klima santrali veya havalandırma cihazının kullanılması önerilir. Ancak, yük ve taze hava ihtiyacı benzer olan mahaller için çeşitli hava yönlendirme ve kontrol ekipmanları kullanılarak tek bir klima santrali kontrol sistemi üzerinden mahallerin ihtiyaçları karşılanabilir. Böylece optimum bir düzeyde enerji tüketimiyle yüksek iç hava kalitesi ve konfor ortamı sağlanmış olur.



EN 15232-1:2017 Energy Performance of Buildings Impact of Building Automation, Controls and Building Management.

Resim 4.2: Otomasyon Sistemlerinin Verime Etkisi

4.2. Bina Yönetim Arayüzlerinin Önemi

Artık neredeyse her tesiste olan BMS'nin (Bina Yönetim Sistemleri) klima santralleri ile veri alışverişinde bulunması mümkündür. Bunun sağlanabilmesi için çeşitli haberleşme protokolleri kullanılır. Günümüzde yaygın kullanılan haberleşme protokolleri RS485 veya ethernet fiziksel arayüzleri üzerinde çalışabilen BACnet, Modbus ve LonWorks vb. protokolleridir. Bu protokoller üzerinden klima santrali otomasyon sistemi ile haberleşebilen çeşitli ekipman ve sensörlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

DOKÜMANA DESTEK VEREN ÜYELER

 Alarko-Carrier	 Can Klima Teknik	 Daikin	 Doğu İklimlendirme	 engineering a better life ebmpapst
 Eneko	 Ercan Teknik	 Fanmak	 Form	 Friterm
 İmbat	 KLS Klima	 Mitsubishi Electric	 Systemair	 TermoFan
 Üntes	 Vistherm			