


YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

79262

DEĞİŞEBİLİR SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ
MERKEZİ KLİMA SİSTEMLERİNİN
EKONOMİKLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

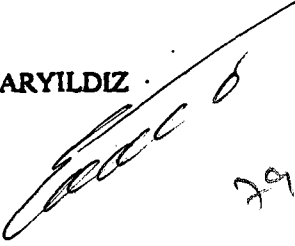
Mak. Müh. A. Barış SARI

Prof. Dr. Dogan ÖZGÜR



F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ


79262

İSTANBUL, 1998

Nurhan ÇABDAR

DOKÜMANLAMA MERKEZİ

İÇİNDEKİLER:**Sayfa**

I.	SEMBOL LİSTESİ	IV
II.	ŞEKİL LİSTESİ	V
III.	TABLO LİSTESİ	VII
IV.	TEŞEKKÜR	VII
V.	ÖZET	IX
VI.	ABSTRACT	X
1.	GİRİŞ	1
2.	KLİMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE TANIMLANMASI	3
2.1	Yalnızca Cebri Hava İle Beslenen Tek Akışkanlı İklimlendirme Sistemleri	4
2.1.1	Tek Kanallı Ve Sabit Hava Debili İklimlendirme Sistemleri	5
2.1.2	Tek Kanallı Ve Değişken Hava Debili İklimlendirme Sistemleri	8
2.1.3	Tek Kanallı Ve Endüksiyonlu İklimlendirme Sistemleri	12
2.1.4	İki Kanallı Ve Karışım Kofralı İklimlendirme Sistemleri	14
2.2	Yalnızca Basınçlı Su İle Beslenen Tek Akışkanlı İklimlendirme Sistemleri	16
2.2.1	Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri	18
2.2.1.1	İki Borulu Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri	22
2.2.1.2	Üç Borulu Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri	28
2.2.1.3	Dört Borulu Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri	32
2.3	Hem Cebri Hem de Basınçlı Su İle Beslenen İki Akışkanlı Karma İklimlendirme Sistemleri	35
2.3.1	Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri	36

		<u>Sayfa</u>
3.	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ MERKEZİ KLİMA SİSTEMLERİ	43
3.1	VRV Klima Sistemleri	45
3.2	VRV Klima Sistemlerinin Genel Özellikleri	51
3.3	VRV Klima Sisteminde Soğutma Yüküne Göre Cihaz Seçim Prosedürü	63
3.3.1	Soğutma Yüküne Göre Seçim Örneği	65
3.4	VRV için Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Üniteleri	66
4.	KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINDA UYGULANAN KRİTERLER	73
4.1	Alışveriş Merkezleri	74
4.2	Büro Binaları	81
4.3	Konutlar	82
4.4	Sosyal Mahaller	83
5.	KLİMA SİSTEM ALTERNATİFLERİ VE ALTERNATİFLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	84
5.1	Merkezi Veya Lokal Soğutma Ve Isıtma Grupları	84
5.2	Alışveriş Merkezleri	86
5.3	Büro Binaları	97
5.4	Konutlar	105
6.	VRV KLİMA SİSTEMİNİN CHILLER SİSTEMLERİNE GÖRE AVANTAJLARI	109
6.1	VRV Sistemlerinde Seçenekler	110
6.2	VRV Klima Sistemlerinde Montaj Aşamaları	111
6.3	VRV Klima Sistemlerinde Bakım	112
6.4	VRV Klima Sistemlerinde Hata Tespiti	112

		<u>Sayfa</u>
6.5	VRV Klima Sistemleri ile Doğrudan Maliyet Tasarrufu	113
6.6	VRV Klima Sistemlerinin Günümüz Koşullarına Uygunluğu	113
6.7	VRV Klima Sistemlerinin Maliyeti	114
SONUÇLAR		115
KAYNAKLAR		116
EKLER		118
ÖZGEÇMİŞ		134



I. SEMBOL LİSTESİ

ICA	: Bağımsız İç Ünite Kapasitesi	[kCal/h]
INX	: Bağımsız İç Ünite Kapasite İndeksi	
OCA	: Dış Ünite Kapasitesi	[kCal/h]
TNX	: Toplam Kapasite İndeksi	
$q_{m,kh}$: Saniyedeki kuru hava kütleli debisi	[kg kuru hava/s]
H_0	: İklimlendirilen ortamın entalpi yükü	[kW]
h_{ih}	: Dışarıya sızan havaya ilişkin özgül entalpi değeri	[kJ/kg kuru hava]
h_{ph}	: Ortama püskürtülen hava debisine ilişkin özgül entalpi değerini	[kJ/kg kuru hava]

II. ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Paket Tipi Bireysel İklimlendirme Cihazı	6
Şekil 2.2 : Pano veya Dolap Tipi İklimlendirme Cihazı	7
Şekil 2.3 : Yerel Isıtıcılarla Donatımlı Olmayan Tek Kanallı ve Değişken Hava Debili Bir İklimlendirme Tesisatına İlişkin Hava Şartlandırma Santrali	11
Şekil 2.4 : Tek Kanallı ve Endüksiyonlu Bir İklimlendirme Tesisatı	13
Şekil 2.5 : İki Kanallı ve Karışım Kofralı İklimlendirme Tesisatı	16
Şekil 2.6 : Yalnızca Basıncı Su ile Beslenen Tek Akışkanlı İklimlendirme Tesislerinde Kullanılan Vantilatörlü Bir Cebri Konvektöre İlişkin Prensiş Şeması	19
Şekil 2.7 : Yalnızca Basıncı Su ile Beslenen Vantilatörlü Cebri Konvektörlü Tek Akışkanlı İki Borulu Bir İklimlendirme Tesisatına İlişkin Prensiş Şeması	20
Şekil 2.8 : Yapı İçi Hacimlerinin Konvektörlerle Isıtıldığı Çift Isıtma Kazanlı Sıcak Sulu Bir Tesisat	21
Şekil 2.9 : Sadece Tek Bir İklim Bölgesini Besleyen İki Borulu Bir İklimlendirme Tesisatı	24
Şekil 2.10 : Sadece Tek Bir İklim Bölgesini Besleyen İki Borulu Bir İklimlendirme Tesisatı	25
Şekil 2.11 : Her Cebri Konvektörde Küçük Çaplı Bir Soğutma Grubu Öngörülen ve Tek Borulu Cebri Konvektörlü Bir İklimlendirme Tesisatı	26
Şekil 2.12 : Her Cebri Konvektöründe Elektrikli Bir Isıtıcı Bulunan Bir Tesis Şeması	27
Şekil 2.13 : Vantilatörlü Cebri Konvektörlü Üç Borulu Bir İklimlendirme Sistemi	31
Şekil 2.14 : Vantilatörlü Cebri Konvektörlü Dört Borulu Bir İklimlendirme Sistemi	33

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.15 : Hem Cebri Hava Hem de Basıncılı Su ile Beslenen Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü İki Akışkanlı İki Borulu Karma İklimlendirme Sistemi	38
Şekil 3.1 : VRV Klima Sistemi	44
Şekil 3.2 : VRV Klima Sistemi Dış Ünitesi	46
Şekil 3.3 : Prefabrik Boru Grubu ve Elektrik Hattı	48
Şekil 3.4a-b : VRV Klima Sistemlerinde Boru Bağlantı Elemanları	49
Şekil 3.5 : BMS Sistemi	51
Şekil 3.6 : VRV PID Kontrolü	53
Şekil 3.7 : Küçük Kapasiteli İç Ünitelerin Kontrolü	54
Şekil 3.8 : Kontrol Sistemi Akış Şeması	55
Şekil 3.9 : VRV Klima Sisteminin Akışkan Borulama Sınırları	56
Şekil 3.10 : Yağ Geri Dönüş Sistemi	58
Şekil 3.11 : Yağ Geri Dönüş Operasyonu	59
Şekil 3.12 : Kablolama Sistemi	61
Şekil 3.13 : Borulama Uzunluğuna Göre Kapasite Değişimi	64
Şekil 3.14 : Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Ünitesi	67
Şekil 3.15 : HRV Ünitelerinde Toplam Isı Değişim Konumu	68
Şekil 3.16 : HRV Ünitelerinde Toplam By-Pass Konumu	68
Şekil 3.17 : HRV Ünitelerinde Fresh-Up Konumu	69
Şekil 3.18 : HRV Ünitelerinde Soğutma Durumunda Klima ile Birleşme Örneği	70
Şekil 3.19 : HRV Ünitelerinde Isıtma Durumunda Klima ile Birleşme Örneği	71
Şekil 3.20 : HRV Ünitelerinin Sadece Fan Çalışması Durumunda Klima ile Birleşme Örneği	72

III. TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	Dış Üniteler Bağlanabilecek Maksimum İç Ünite Sayısı	46
Tablo 3.2	VRV ile Uyumlu Bina Yönetim Sistemleri	50
Tablo 3.3	İç Ünite Kombinasyon Kapasite İndeks Tablosu	64
Tablo 3.4	İç Ünite Kapasite İndeksi	64
Tablo 3.5	Soğutma Yüğü	65
Tablo 3.6	İç Ünite Kapasite Tablosu	65
Tablo 3.7	Gerçek Kombinasyon Tablosu	66



IV. TEŞEKKÜR

“Değişken Soğutucu Akışkan Debili Merkezi Klima Sistemlerinin Ekonomikliğinin Araştırılması” konulu bu tezi hazırlarken;

Her türlü maddi ve manevi desteği sağlayan anneme, babama ve diğer aile fertlerine, yardım ve desteklerinden dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ’a, mesai saatlerinden bile fedakarlık eden ve halen çalışmakta olduğum TEBA Şirketler Grubu çalışanlarına, tezim için gerek kaynak toplama gerek basım aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Çev. Müh. Selda Mutlu, , Mak. Müh. Kürşat Güler, Mak. Müh. Akgür Akkaya ve Mak. Müh. Ali Çetinkaya’ya sonsuz teşekkür ederim.

V. ÖZET

Her geçen gün daha da hızlı gelişen teknoloji, insanlara daha da çok konforu beraberinde getirmektedir. Isınmanın bir gereklilik olduğu düşünülmesine karşın, serinleme ihtiyacı son bir kaç yıla kadar bir lüks olarak görülmekte idi. Ancak, işte teknolojideki bu hızlı gelişme maliyetleri daha da düşürmekte ve dolayısıyla daha çok insanın, daha çok konforu elde etmesini sağlamıştır. Klima sektöründe ise ulaşılan en ileri nokta 'Değişken Soğutucu Akışkan Debili', VRV, (Variable Refrigerant Volume) klima sistemleri olmuştur.

Ülkemizde de son yıllarda kullanımı yaygınlaşan değişken soğutucu akışkan debili klima sistemleri, her ne kadar kuruluş maliyetlerinin yüksek oluşu gibi gözükken bir dezavantaja sahip olsalar da, işletme maliyetlerinin düşüklüğü gibi önemli bir avantaja sahiptirler. Özellikle gelecek yıllarda enerji açığının büyüyeceği de göz önüne alınırsa, enerji tüketiminin minimuma indirildiği ve optimum kullanımın son kullanıcı tarafından yapılabileceği bu sistemler daha da çabuk yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışma da öncelikle günümüzde oldukça sık kullanılan klima sistemlerinden ve bunların çalışma prensiplerinden kısaca bahsedilmiş, daha sonra değişken soğutucu akışkan debili klima sistemlerinden bahsedilmiştir. Değişken soğutucu akışkan debili klima sistemlerinin çalışma prensibi anlatılmış ve bu sisteme ait cihaz seçim prosedürleri anlatılmıştır. Çeşitli genel mahaller için klima sistemlerinin karşılaştırılmasında uygulanan kriterler incelenmiş ve bu genel mahalleri içeren bir projede değişken soğutucu akışkan debili klima sistemlerine alternatif sistemler tesis maliyeti, işletme maliyeti, tamir bakım ve işletme kolaylığı, ünite işletme giderlerinin kolayca ölçülebilmesi, mimari etkiler, arıza halinde yedekleme olanağı, fleksibilite, güvenilirlik, sistem ömrü, çevresel etkiler ve sistem performansı kriterleri dahilinde incelenerek, sonuçlar ayrıntılı tablolar halinde sunulmuştur.

VI. ABSTRACT

As the technology is rapidly developing from day to day, this situation brings more comfort and satisfaction to the people. Although it is a common idea that heating is essential for living, need for the cooling was considered as a luxury up to a few years. However, this speedily improvement in the technology has decreased the cost of goods and consequently, this growth has provided a chance to more people to benefit from the technology and its comforts. On the other hand, in the Air Conditioner Sector, the Variable Refrigerant Volume System has reached the most advanced technology among the other systems in the few years.

In the last years, in our country, the Variable Refrigerant Volume System has become to be used more widespread. Although it seems as a disadvantage the high cost of installation of the VRV System, the low using cost is a big advantage of it. Especially, if it is taken into consideration that the energy shortage will be more increased in the near future, the systems such as VRV - which is satisfying minimum energy consumption and providing the optimum use for the end user- seems to be more prevalently used.

In this study, it is tried shortly to explain the air conditioners and their working principle which is being commonly using today and then it is discussed the Variable Refrigerant Volume System step by step. It is talked about the working principle and the procedure of choosing the convenient units for the VRV System. For the varied extensive places, it is examined in detail the criterion's to compare different air conditioner systems and also in the projects including these varied extensive places, the systems which are alternatives to the Variable Refrigerant Volume Systems have been studied specifically together with the criterion's of their institution cost, the maintenance easiness, the facilities for measurement of overhead cost, the architectural effects, the possibilities of getting spare parts in case of failure, the flexibility, the reliability, the life of system, the effects of environment and the performance of the system and the conclusions have been presented with the specified tables.

1. GİRİŞ

Türkiye'de son yıllarda üzerinde durulan ve uygulaması hızla artan bir bilim dalı olan klima (havanın şartlandırılması) tekniği amacı insanın gereksinmesi olan temiz hava ile uygun hava koşullarını sağlamaktır. Klima, gelişmiş ülkelerin okullarında, hastanelerinde, otellerinde, sinemalarında, tiyatrolarında, ve fabrikalarda, yaygın kullanılmasına rağmen, Türkiye'de hala lüks sayılan uygulamalar arasında sayılmaktadır. Daha rahat yaşam koşullarının sağlanması ve bu mahallerde yaşayan veya çalışan insanların verimliliklerinin artacağı kesindir. İnsanların konfor gereksinmelerinin başında, soğukta ısınma, sıcakta ise serinleme gelmektedir. Fakat ne var ki soğuktan korunma bir zorunluluk olmasına karşın, sıcaktan korunma isteği bir zorunluluk olmaktan ziyade, bir konfor isteğinin sonucu olmuştur. İnsanlar soğuktan korunmanın yollarını binlerce yıldan beri bilmekte ve uygulamaktadırlar. Sıcaktan korunmanın yollarını ise henüz yeni keşfetmiş olup, bu işlem de klima sistemleri ile mümkün olmuştur.

Klima sistemleri öncelikle bir ortam havasının sıcaklık, nem ve içerdiği toz miktar gibi değerlerini belirli sınırlar içerisinde, insanların rahatsızlık hissetmeyeceği düzeyde tutmaya yarayan sistemlerdir. Ancak gelişen konfor anlayışı ile bunlara ilaveten, klima sistemlerine; ortam havasındaki kokuyu uzaklaştırma ve CO₂ gazının ortam havasındaki düzeyinin belirli bir değeri aşmasına engel olma gibi görevlerde yüklenmiştir. Daha yaratıcı, zekice üretimler, artarak insan düşüncelerini etkileyen çevresel modernleşme daha önem kazanmaktadır. Özellikle elektronik alandaki hızlı gelişmeye paralel olarak bu yüzyılın son çeyreğinde klima sistemleri hızla gelişme kaydetmiştir. Bu konuda ulaşılan en ileri nokta ise VRV (Variable Refrigerant Volume=Değişebilir Soğutucu Akışkan Debili) klima sistemleridir.

Artan dünya nüfusu ve dolayısıyla artan enerji tüketimi, aynı zamanda daha fazla konfor talebini karşılamak, ancak gelişen teknolojiden optimum şekilde faydalanmak suretiyle gerçekleştirilecektir. Dünyamızın ve ülkemizin enerji kaynaklarının giderek azaldığını hepimiz biliyoruz. Gelecek nesillere daha çok kaynak ve daha güzel bir dünya

bırakabilmek için azalan bu kaynakları her alanda en verimli şekilde kullanmak bizlerin sorumluluğunda olduğunu unutmamakla olabilecektir.



2. KLİMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE TANIMLANMASI:

Çağdaş ve modern klima tesislerinde çok değişik yöntemler uygulanmaktadır. Mevcut tüm klima tesislerinin sade ve eksiksiz bir şekilde sınıflandırılabilmesi için yerel donatım elemanlarına gönderilen iklimlendirme akışkanlarının cinsinin dikkate alınması daha uygun olacaktır. Klima tesislerinde hava ve su olmak üzere başlıca iki cins iklimlendirme akışkanı kullanılmaktadır. Soğutucu akışkanlar olarak bilinen iklimlendirme akışkanlarının uygulanmaya başlanması ise son bir kaç yıl içerisinde mümkün olabilmektedir.

Bazı iklimlendirme tesislerinde iklimlendirme akışkanı olarak sadece hava kullanılır. Bunları hava debisinin sadece vantilatör aracılığı ile ayarlanmasından dolayı 'Yalnızca Cebri Hava İle Beslenen Tek Akışkanlı İklimlendirme Tesisleri ' olarak anılırlar.

Bir grup iklimlendirme tesisatında iklimlendirme akışkanı olarak sadece sudan yararlanılır. Bunlara ' Yalnızca Basınçlı Su İle Beslenen Tek Akışkanlı İklimlendirme Tesisleri ' adı verilir.

Bazı iklimlendirme tesisleri iklimlendirme akışkanı olarak hem hava hem de buna ek olarak su ile beslenir. Bu iki iklimlendirme akışkanından da yaralanan karma sistemleri ' Hem Cebri Hava Hem de Basınçlı Su İle Beslenen İki Akışkanlı Karma İklimlendirme Tesisleri ' olarak tanımlanır.

Nihayet bir grup iklimlendirme tesisatında iklimlendirme akışkanı olarak soğutucu akışkanlar olarak bilinen özel soğutma ürünleri kullanılır. Bu gibi sistemleri Soğutucu Akışkanlarla Beslenen Direkt Genleşmeli İklimlendirme Tesisleri ' olarak adlandırılır.

2.1 YALNIZCA CEBRİ HAVA İLE BESLENEN TEK AKIŞKANLI İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme sistemlerde merkezi donatım elemanları tarafından hazırlanan, üretilen ve koşullandırılan tek iklimlendirme akışkanı sadece havadır. Sıcak veya soğuk ya da bazı uygulama alanlarında hem sıcak hem de soğuk olabilen bu iklimlendirme akışkanı vantilatörler aracılığı ile ayarlanır ve bir veya iki püskürtme kanalı aracılığı ile yerel donatım elemanlarına kadar ulaştırılır.

Yalnızca cebri hava ile beslenen tek akışkanlı iklimlendirme tesislerine ilişkin çeşitli sistemlerinin başlıca dört grup altında toplanması mümkündür.

a- TEK KANALLI VE SABİT HAVA DEBİLİ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme sistemlerinde iklimlendirme akışkanı olarak kullanılan ve sıcak veya soğuk olabilen havanın iklimlendirilecek olan hacimlere dağıtılması işini doğrudan doğruya püskürtme menfezleri üstlenir. Hava, merkezi donatım elemanları tarafından şartlandırılmakta ve püskürtme menfezlerine şartlandırılmış olarak dağıtımına hazır durumda ulaştırılmaktadır. Ancak birden fazla püskürtme bölgesine ayrılabilen bu gibi sistemlerde iklimlendirilecek hacimlerin yakın çevresine yerel ısıtıcıların yerleştirilmesi de olanaklıdır. Bu sistemlerde püskürtülen havanın debisi sabit buna karşılık sıcaklığı değişkendir.

b- TEK KANALLI VE DEĞİŞKEN HAVA DEBİLİ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme sistemlerine Değişken Hava Debili (VAV = Variable Air Volume) denir. Bu sistemler aracılığı ile iklimlendirilen hacimler içine gönderilen havanın sıcaklığı sabit, debisi değişkendir.

c- TEK KANALLI VE ENDÜKSİYONLU İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu sistemlerde iklimlendirme veya hava şartlandırma santralinde sadece serin hava üretilir. Endüktör genel adıyla anılan tavan veya pencere tipi endüksiyon menfezleri iklimlendirme santralinden gelen yüksek hızlı primer ya da birincil nitelikli serin hava debisini yapı içi ortamından endüksiyon yoluyla alınan sekonder ya da ikincil nitelikli için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hava debisiyle karıştırdıktan sonra yapı için istemiş olduğunuz teklif isteğinizi hacimlerine püskürtülen havanın hem debisi hem de sıcaklığı değişkendir.

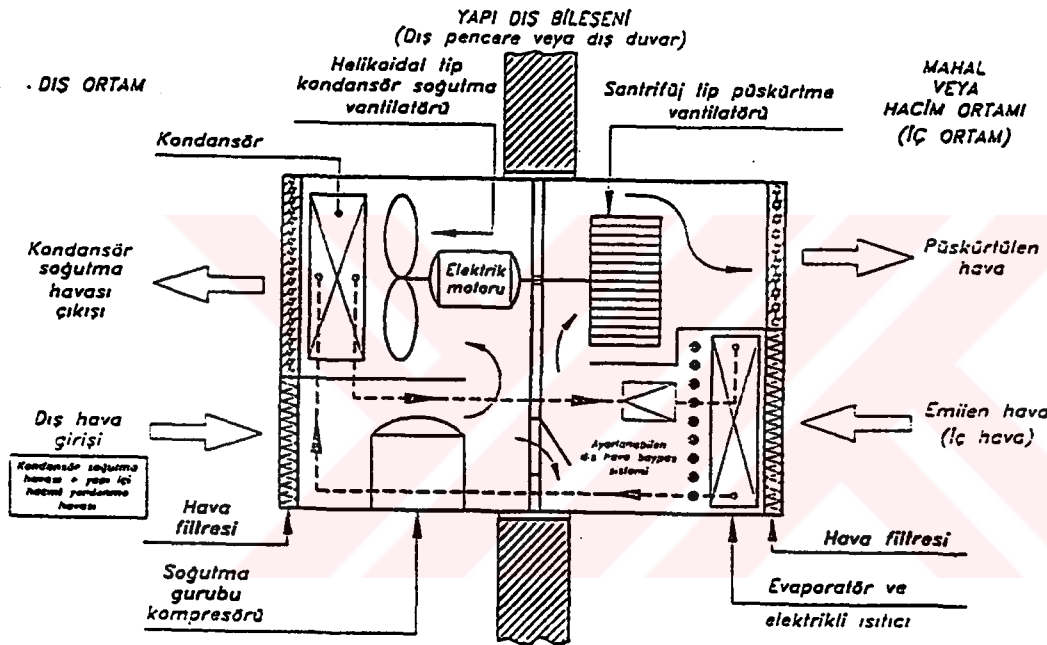
d- İKİ KANALLI VE KARIŞIM KOFRALI İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme sistemlerinde iklimlendirilecek olan hacimler içinde öngörülen ve karışım kofraları adıyla anılan yerel nitelikteki donatım elemanlarına yüksek hızlı iki ayrı kanalla aynı zamanda hem sıcak hem de soğuk hava gönderilir. Böylece hem sıcak hem de soğuk hava ile beslenen karışım kofralarına karışım iklimlendirme elemanları adı verilir. Bu kofralardan çıkan hava debisi ayrıca püskürtme kanalı öngörülmeक्सizin genellikle sabit debi değişken sıcaklık koşullarında doğrudan doğruya iklimlendirilecek olan hacimler içine püskürtülür.

2.1.1 TEK KANALLI VE SABİT HAVA DEBİLİ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme sistemleri ya birleşik ya da ayrık donatım elemanlarından oluşur. Bileşik donatım elemanlarından oluşturulan sistemlere ' Bileşik Elemanlı Monoblok İklimlendirme Sistemleri ' adı verilir. Benzer şekilde ayrık donatım elemanlarından oluşturulan sistemler ' Ayrık Elemanlı Dağınık İşlevli İklimlendirme Sistemleri ' adı verilir.

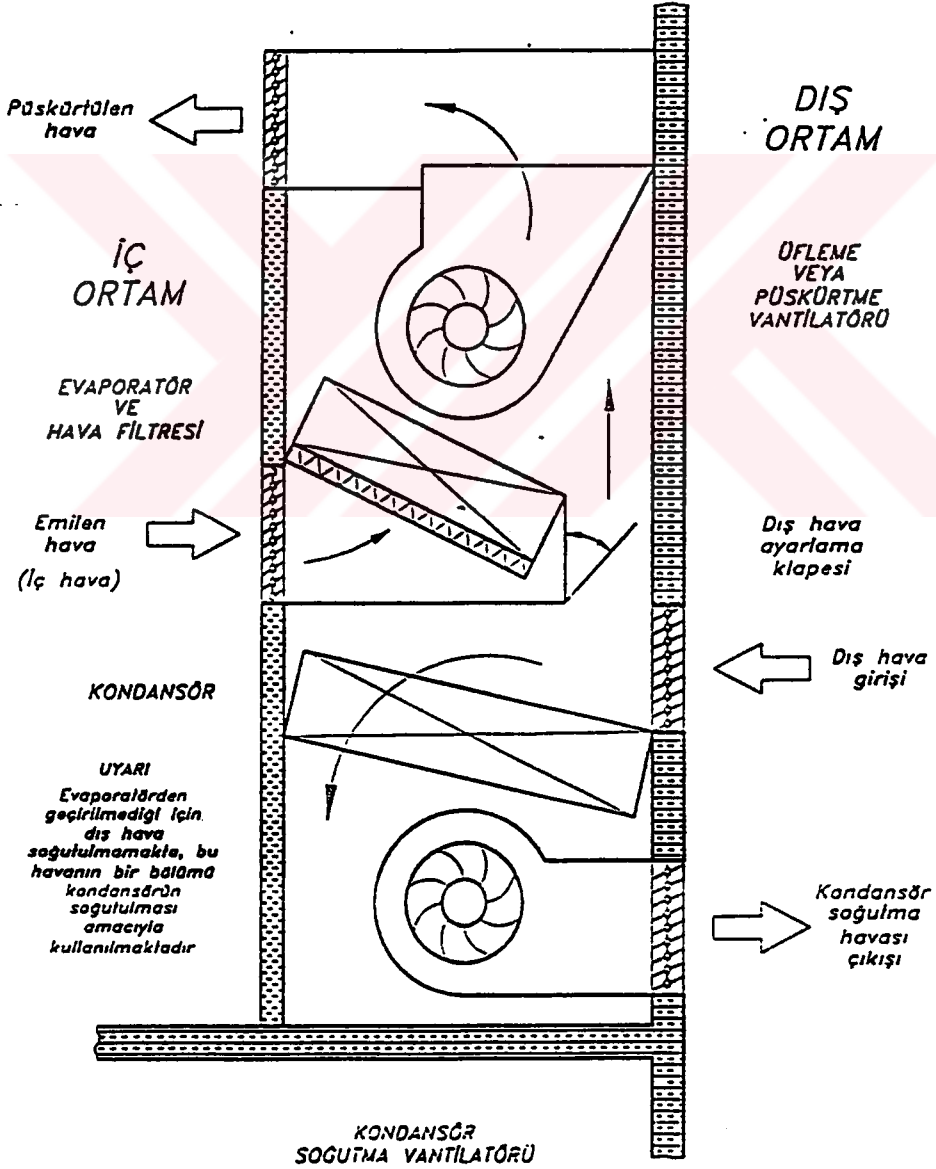
Bileşik elemanlı monoblok iklimlendirme sistemlerinde merkezi, yerel ve yardımcı donatım elemanlarının tamamı bir veya birkaç monoblok kasa, bölme ya da aygıt içinde toplanır. Bileşik elemanlı monoblok iklimlendirme sistemleri paket tipi bireysel iklimlendirme cihazları ve pano tipi iklimlendirme cihazları olmak üzere iki ana grupta toplanabilir.



Şekil-2.1 Paket Tipi Bireysel İklimlendirme Cihazı

Büyük mahallerin ya da hacimlerin veya birbirlerinden fazla uzakta bulunmayan birden fazla sayıda küçük mahalin bir tip cihazlar aracılığıyla havalandırılması, serinletilmesi ve bazı hallerde de ısıtılması olanaklıdır. Bu tip bazı iklimlendirme cihazları sayesinde püskürtülen havanın nemlendirilmesi işlemi de gerçekleştirilebilirse de iklimlendirilen mahallere ilişkin bağıl nemlilik oranlarının duyarlılıkla kontrol altında tutulabilmesi yine de mümkün olamaz. Pano veya dolap tipi iklimlendirme cihazları herhangi bir kanal şebekesine gerek duymaksızın havanın doğrudan üflenmesini ya da

püskürtülmesini sağlayacak şekilde tasarlanabildiği gibi bundan daha yaygın olan bir uygulama alanı ise bu cihazların hava kanalı şebekesine bağlanması, havanın mahal veya mahaller içine püskürtülmesi işleminin kanal üzerinde öngörülen menfezler aracılığıyla sağlanmasıdır. Direkt ya da doğrudan püskürtmeli iklimlendirme aygıtlarında cihaz içinde şartlandırılan hava debisi yine cihaz üzerinde bulunan bir üfleme ya da püskürtme menfezi aracılığıyla mahal içine üflenir. Direkt püskürtmeli hava kanalına gerek duyulmayabilir. Fakat bu yöntem pek yaygın değildir. Pano veya dolap tipi iklimlendirme cihazları daha çok bir kanal şebekesine bağlanmak yoluyla kullanılır.



Şekil 2.2 Pano veya Dolap Tipi İklimlendirme Cihazı

Ayrık elemanlı dağınık işlevli iklimlendirme sistemlerinde iklimlendirme akışkan olarak kullanılan havanın üretimiyle şartlandırılan havanın yapı içi hacimlerine dağıtım işlemleri birbirinden ayrılmıştır. Doğal olarak iklimlendirme akışkanın üretimiyle görevli olan merkezi donatım elemanları da havanın şartlandırılmasını mahallere dağıtılması ile yükümlü olan yerel donatım elemanlarından ayrı yerlere konulur.

2.1.2 TEK KANALLI VE DEĞİŞKEN HAVA DEBİLİ İKLİLENDİRME SİSTEMLERİ

Tek kanallı ve sabit hava debili iklimlendirme sistemlerinde iklimlendirilecek olan hacimlere püskürtülen hava debisi sabit tutulmakta, karşılanması gereken ısıtma, soğutma ve nem yükü miktarlarına bağlı olarak bu debinin sıcaklık derecesi ile nemlilik oranı değiştirilebilmektedir. Oysa kısaca VAV sembolüyle anılan tek kanallı ve değişken debili iklimlendirme sistemlerinde iklimlendirilecek olan hacimlere püskürtülecek olan havanın sabit tutulur, karşılanması gereken ısıtma, soğutma ve nem yükü miktarlarına bağlı olarak bu havanın debisi değiştirilir Bu özelliğten ötürü, iklimlendirilecek olan hacimlere püskürtülen hava debisinin bu hacimlere ilişkin için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. İklimsel koşulları yeterli olan minimum düzeyde sınırlandırılabilmesi mümkündür. Yapı işi ortamlarına sıcaklık ve nemlilik koşullarıyla arzulan hava yenilenmesini sağlayacak miktarda hava püskürtüldüğü için santralda üretilip şartlandırılan hava bundan önceki sabit hava debili sistemlerine oranla daha azdır. Bundan dolayı değişken hava debili sistemler, sabit hava debili sistemlerine nazaran çok daha ekonomiktir. Isıtma ve soğutma enerjilerini daha düşük olmasının yanı sıra kuruluş ya da yatırım maliyetinin ucuzluğu da söz konusu olabilmektedir.

H_0 sembolü ile gösterilen entalpi yükü zamanın akışı ile sürekli olarak değişen bir hacim içerisinde sıcaklık derecesi ile nem oranının sabit tutulabilmesi için püskürtülen hava debisinin bu değişken yükü doğru orantılı olarak değiştirilmesi ve buna bağlı olarak püskürtme debisine ilişkin sıcaklık derecesi ile nem oranının sabit düzeylerde alıkonulması

gerekmektedir. Entalpi bilançosuna göre bir hacim içerisinde püskürtülen kütleli debi miktarının;

$$q_{m, kh} = H_0 / (h_{ih} - h_{ph}) \quad (2.1)$$

eşitliği ile belli olması gerekmektedir. Burada

- $q_{m, kh}$ Sembolü (kg kuru hava/s) birimi cinsinden iklimlendirilen hacim içerisinde 1 saniyede püskürtülen kuru havanın kütleli debisini
- H_0 Sembolü (kcal/s) veya kW birimi cinsinden iklimlendirilen ortamın entalpi yükünü
- h_{ih} Sembolü (kcal/kg kuru hava) veya (kJ/kg kuru hava) birimi cinsinden ortamdan emilen veya kendiliğinden dışarıya sızan havaya ilişkin özgül entalpi değerini
- h_{ph} Sembolü ise (kcal/kg kuru hava) veya (kJ/kg kuru hava) birimi cinsinden ortama püskürtülen hava debisine ilişkin özgül entalpi değerini göstermektedir.

İklimlendirilen hacim ortamında ısı kazanılması söz konusu ise entalpi yükünün pozitif olması gerekmektedir. İklimlendirilen hacim ortamının ısı kaybetmesi durumunda ise entalpi yükü negatiftir. Bu ilişkide açıkça görüldüğü gibi $q_{m, kh}$ püskürtme hava debisi, H_0 entalpi yükü ile doğru orantılıdır. Entalpi bilançosunun gereği olan bu oransallık ilişkisi bozulmadığı sürece iklimlendirilen hacmin entalpi ne oranda değişirse değişsin hacim ortamının iklimsel koşullarında herhangi bir değişim görülmeyecek yani iklimlendirilen hacmin entalpi dengesi her an korunacaktır. İşte, yapı içi ortamlarına ilişkin iklimsel koşulların ya da daha açık anlatımla bu ortamlara ait sıcaklık derecesi ile nemlilik oranlarının sabit düzeylerde tutulabilmesi için bu hacimlere püskürtülen hava debisinin entalpi yüklerine bağlı olarak bu yüklerle doğru orantılı bir şekilde değiştirilmesi entalpi bilançosunun sağlanması bakımından gereklidir. VAV iklimlendirme sistemleri kaynağını bu prensipten alır.

İklimlendirilen hacimlere püskürtülen hava debilerinin değiştirilmesi için ya hava damperlerinden ya da hava difüzörlerinden faydalanılır. Yerel püskürtme üniteleri olarak da adlandırılan bu elemanlar gerek zayıf gerekse güçlü debi değerlerinde yeterli düzeyde dağıtım ayarlaması yapan dağıtım aygıtlarıdır.

İklimlendirme tesisatlarında kullanılacak olan vantilatörler kanal şebekesinde oluşan debi değişimlerinin büyüklük mertebesine göre seçilir. Kanallara püskürtülen hava debisinin büyük oranlarda değişmemesi halinde debisi hemen hemen sabit olan püskürtme vantilatörlerinden yararlanır. Hava debisinin büyük oranlarda değişmesi durumunda ise değişken debili vantilatörler kullanılır.

İklimlendirilen mahaller içerisine belli aralıklarla belli debide ve belli sıcaklıkta hava püskürtülmesi yoluyla da değişken debili bir püskürtme etkisinin sağlanabilmesi mümkündür. Sabit debi ve sabit sıcaklık koşullarında gerçekleşen bu ardışık püskürtme işlemlerinin süresi iklimlendirilen hacimlerin entalpi yüküne bağlıdır. Bir mahal termostatı tarafından denetlenen özel bir hava damperi ana iklimlendirme akışkanın gerek mahal difüzörlerine doğru püskürtülmesine gerekse emme kanallarında sabit debili bir hava dolaşımı gerçekleşir ve bu durumun sonucu olarak iklimlendirme tesisatında sabit debili vantilatörlerin kullanılabilmesi olanağı elde edilir.

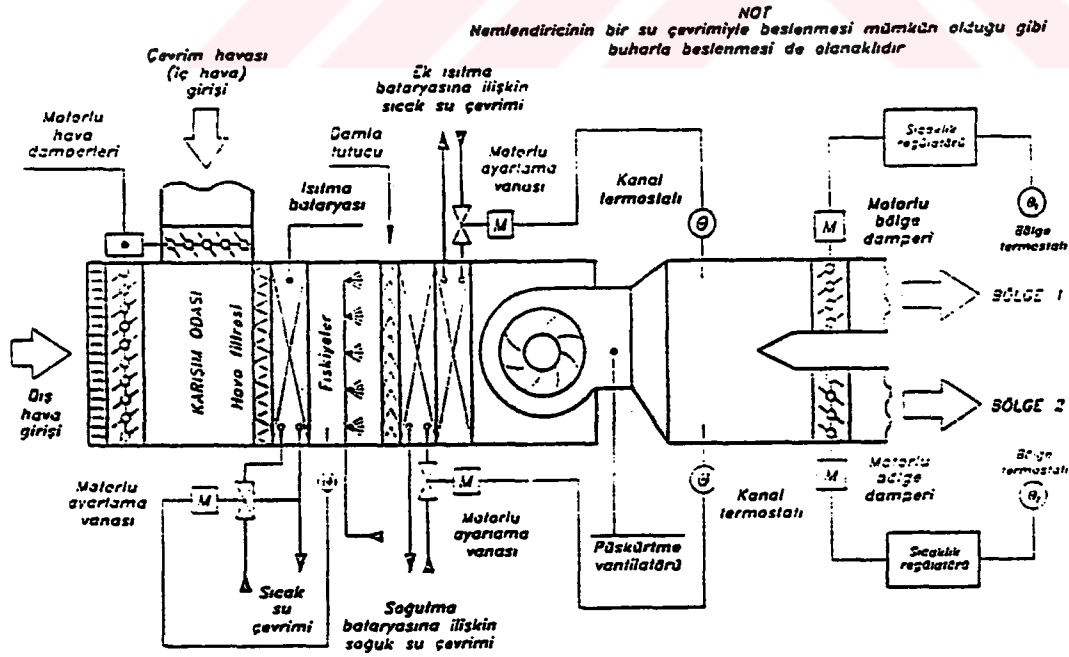
Tek kanallı ve değişken hava debili iklimlendirme sistemleri tek başına kullanılabileceği gibi diğer sistemlerle ortaklaşa da kullanılabilir. Örneğin yükleri fazlaca değişime uğrayan hacimler değişken hava debili bir tesisat aracılığıyla iklimlendirilirken diğer hacimler için sabit hava debili ayrı bir iklimlendirme tesisatının kurulması söz konusu olabilir. Değişken hava debili iklimlendirme tesislerinde elektrikli, sıcak sulu veya buharlı yerel ısıtıcıların kullanılması da mümkündür.

VAV sistemlerini çalışma prensibine göre sınıflandıracak olursak;

- 1- Yerel ısıtıcılarla donatılmı olmayan VAV sistemleri
- 2- Yerel ısıtıcılarla donatılmı olan VAV sistemleri
- 3- Ardışık emmeli ve ardışık püskürtmeli alternatif çalışmalı VAV sistemleri
- 4- Bir başka iklimlendirme sistemi ile birlikte çalışan VAV sistemleri

VAV sistemlerinin en basiti yerel ısıtıcılarla donatılmı olmayan VAV sistemleridir.

Bu tip iklimlendirme santralleri ya sadece ısıtma ya da sadece soğutma amacıyla kullanılır. Bir yapıda öngörülen çeşitli iklim bölgelerinin bu tip bir tesisat ile hem ısıtılması hem de soğutulması mümkün değildir. Yerel ısıtıcılarla donatılmı olmayan tek kanallı VAV iklimlendirme sistemleri daha çok diğer bazı tesislerle ortaklaşa kullanılır. Şekil-2.3' de bu tip bir tesisatın prensip şeması görülmektedir. Tesisat tek bölge bir hava şartlandırma santralıyla düşük hızlı bir dağıtım şebekesinden ve bunlara ek olarak yerel difüzörlerden oluşur.



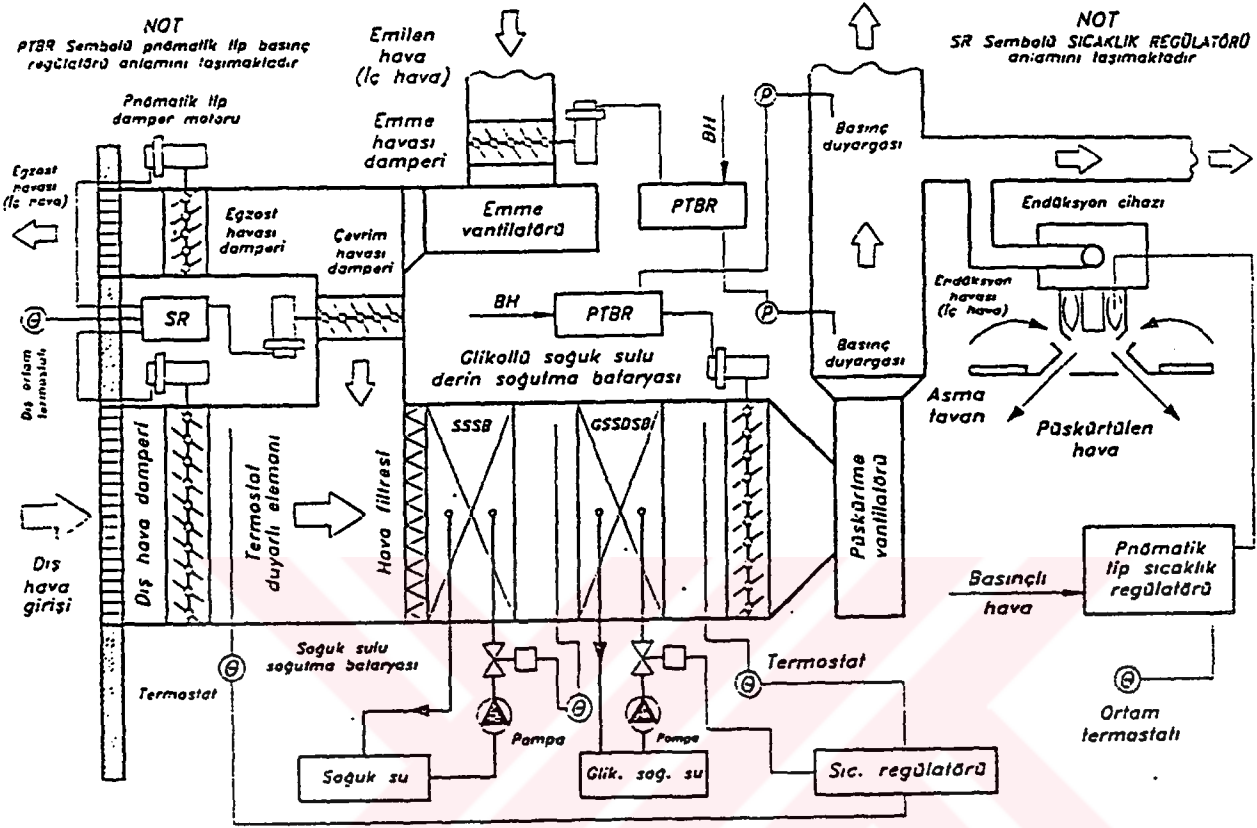
Şekil 2.3 Yerel ısıtıcılarla Donatılmı Olmayan Tek Kanallı ve Değişken Hava Debili Bir İklimlendirme Tesisatına İlişkin Hava Şartlandırma Santrali

2.1.3 TEK KANLI VE ENDÜKSİYONLU İKLİMLENDİRME TESİSLERİ:

Tek kanallı ve sabit hava debili iklimlendirme sistemlerinde sabit debi değişken sıcaklık, tek kanallı değişken hava debili iklimlendirme sistemlerinde değişken debi sabit sıcaklık koşullarında hava dağıtımı yapıyor olmasına rağmen bu grupta yani tek kanallı ve endüksiyonlu iklimlendirme sistemlerinde değişken debi değişken sıcaklık koşullarında hava püskürtülür.

Bir ara tavana ya da pencere altına yerleştirilen endüksiyon cihazları sayesinde iklimlendirme santrallerinde şartlandırılan serin hava debisi endüksiyon yoluyla yapı içinden emilen için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hava debisiyle karıştırılır. İklimlendirilecek olan entalpi yüklerine uygun olan debi ve sıcaklık özellikleri bu yöntem ile gerçekleşir. Belli bu tip iklimlendirme sistemleri değişken debi ve değişken sıcaklık koşullarında çalışmakta, entalpi yüklerinin dengelenmesi bu iki değişkenli etkiyle sağlanmaktadır. Doğal olarak bireyler, aydınlatma araçları ve güneş ışınları tarafından yapı içi hacimlerine bırakılan ısı enerjisinin bir kısmı bu sistemler aracılığıyla yeniden kazanılmakta, bu iklimlendirme yöntemi bu yüzden uygun olmaktadır.

Serin hava debisi iklimlendirilecek olan binanın içine veya dışına yerleştirilen tek veya çok bölgeli bir santral içinde şartlandırıldıktan sonra kanallar aracılığı ile 10 m/s ile 20 m/s aralığında değişen oldukça yüksek bir hızla endüktör adıyla tanımlanan endüksiyon menfezlerine gönderilir. Serin hava bu menfezlerin içinde endüksiyon olayının etkisiyle yapı içi hacimlerden emilen ve bu yüzden daha sıcak olan emme havasıyla yani için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hava ile karışır. Karışım havası daha sonra ortam termostatu tarafından değişken debi değişken sıcaklık koşullarında iklimlendirilecek olan hacimlere püskürtülür. Bu tip tesisatın prensip şeması Şekil-2.4 ' de tanımlanmıştır.



Şekil 2.4 Tek Kanallı ve Endüksiyomlu Bir İklimlendirme Tesisatı

Santralda şartlandırılan ve dış hava ile çevrim havasının karışımından oluşan primer ya da birincil hava debisinin çıkış sıcaklığı her bölgenin maksimal ısıtma yükünü ya da aynı anlamı taşımak üzere maksimal serinlik gereksinimini karşılayacak düşük olmak zorundadır. Bir bölgenin ısıtma yükü maksimal düzeyine eriştiği zaman bu bölgeye hava püskürtülen endüksiyon menfezi maksimum serin hava debisi ile çalışır. Bir bölgenin ısıtma yükü ve dolayısıyla soğutma yükü azalınca bu bölgeye hava püskürtülen endüksiyon menfezi endüksiyon olayının etkisiyle yani endüklenme yoluyla bölge içinden yeterli miktarda için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hava alır, böylece bölgeye öncekine oranla daha sıcak olan bir hava debisinin püskürtülmesi imkanı sağlanır. Püskürtme havasının sıcaklığı ile debisi bir ortam termostatının denetiminde yapı içi hacimlerinin entalpi yani ısıtma ve soğutma yüklerine bağlı olarak ayarlanır.

Isıtma yüküne sahip olmalarından ötürü az veya çok serinletilmesi gereken menfezi konumlu için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hacimler için yapı içi ortamından emilen endüksiyon havasının veya tavan lambalarının soğutulması amacıyla emilen ve daha sonradan endüksiyon havası biçimine dönüşen için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hava debisinin sıcaklığı püskürtme havasının sıcaklığının ayarlanmasına yeterli olur. Ancak çevresel konumlu dış hacimlerin söz konusu olması halinde ve özellikle kış mevsimlerinde soğutma yüklerinin karşılanabilmesi için endüksiyon menfezine ısıtma bataryalarının yerleştirilmesi zorunluluğu doğar. Bu bataryalar doğrudan doğruya santraldan gelen primer ya da birincil ana hava debisinin ısıtılması görevini üstlenirse yapı içi hacimlerinden endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikteki endüksiyon debisi ısıtılmaz. Bunun yerine endüksiyon havasının santraldan gelen birincil hava debisiyle henüz karışmadan önce ısıtılması da olanaklıdır. Bu durumda bu kez santraldan gelen birincil hava debisi ısıtılmaz. Bu debinin iklimlendirme santralında nemlendirilmesi gerekir.

2.1.4 İKİ KANALLI VE KARIŞIM KOFRALI İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Yalnızca cebri hava ile beslenen tek akışkanlı iklimlendirme tesislerine ait gruplardan biri de iki kanallı ve karışım kofralı iklimlendirme sistemleridir. Yalnızca cebri hava ile beslenen ve biri soğuk diğeri sıcak olmak üzere bünyesinde iki ayrı hava kanalı bulunan bu tip sistemler tek kanallı ve endüksiyonlu iklimlendirme sistemlerinin genişletilmiş bir türü niteliğindedir. Santraldan gelen yüksek hızlı primer ya da birincil nitelikli serin hava debisinin doğrudan doğruya yapı içi hacminden, asma veya ara tavandan ya da emme kanalından emilen ikincil nitelikli için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hava debisiyle ısıtılması yerine bu tip iklimlendirme sistemlerinde hem sıcak hem de soğuk hava debisi santralda hazırlanarak iklimlendirilecek olan hacimlere birbirlerine paralel olan iki ayrı kanal aracılığı ile yine yüksek hızda ulaştırılır. Sıcak ve soğuk hava debileri karışım kofraları adıyla anılan yerel nitelikteki aygıtlar içerisinde karıştırılır.

İki kanallı iklimlendirme sistemlerinin en büyük yararı uygulanma olanaklarının hayli fazla olmasıdır. Hem dış ortamla temas halinde olan çevresel konumlu dış hacimlerin ısıtılmasına hem de entalpi yükleri fazla değişmeyen merkezi konumlu için istemiş olduğunuz teklif isteğiniz. hacimlerin serinletilmesine olanak verir. Yılın her mevsiminde uygulanabildiği için değişik nitelikte bir çok tip binada kullanılabilmesi mümkündür. En önemli sakıncası ise donatım ve tesis masrafının yüksek oluşu, ses yalıtımı uygulanması nedeniyle ilave masraflar yapılmasına gerek duyulmasıdır.

Klasik tip bir hava şartlandırma santralında üretilen hava debisi birisi ısıtma diğeri soğutma bataryasıyla donatımlı iki ayrı hava kanlına püskürtülür. Bu sıcak ve soğuk hava debileri birbirlerine paralel olan bu iki kanal aracılığıyla iklimlendirilecek olan yapının çeşitli bölgelerine oldukça yüksek bir hızla ulaştırılır. Birbirlerinden bağımsız olan iki ayrı kanal aracılığıyla yapı içi hacminin ya da bir kaç yapı içi hacminden oluşan iklim bölgesinin yakınlarına kadar getirilen bu sıcak ve soğuk hava debileri iklimlendirilecek hacimlerin entalpi yüklerine bağlı olarak değişik oranlarda olmak koşulu ile önce karışım kofraları adıyla anılan bölmeler içine alınır daha sonra bu kofralardan çıkan püskürtme havasının sıcaklığının ayarlanabilmesi için birer ortam termostatu tarafından denetlenir. Karışım kofrasının tipine göre püskürtme debisi sabit veya değişken olabilir. Karışım kofrasından çıkan hava daha sonra ya doğrudan doğruya püskürtme menfezleri aracılığı ile ya da bir başka hava kanalı ve klasik tip menfezler yardımıyla iklimlendirilecek olan hacimler içine püskürtülür. Birbirlerine paralel olan iki kanalla sonucu karışım kofrasına kadar ulaştırılan sıcak ve soğuk hava debileri iklimlendirilecek olan hacimlerin entalpi yüklerine ve içinde bulunulan mevsime göre farklı değerler alır. İki kanallı ve karışım kofralı iklimlendirme sistemine ait prensip şeması Şekil-2.5 de gösterilmiştir.

a- Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri:

Bu tip sistemlerde yapı içi hacimlerine vantilatörlü konvektör adıyla anılan yerel iklimlendirme elemanları yerleştirilir. İklimlendirme santralında şartlandırılan sıcak veya soğuk su debisi bir boru donanımı aracılığı ile bu konvektörlerin içinde bulunan ısıtma veya soğutma bataryaları ulaştırılır. Konvektörün içinde ayrıca bir de vantilatör vardır. Bu vantilatör yapı içi ortamından emdiği iç hava debisini bataryaya doğru püskürterek bu debinin ısıtılmasını veya soğutulmasını sağlar. Isınan ya da soğuyan hava debisi tekrar yapı içi hacmine püskürtülür. Yapı içi hacimlerine ait entalpi yüklerinin karşılanabilmesi için izlenen yöntem budur. Vantilatör aracılığı ile sadece içi hava emilmesi halinde elbette yapı içi mahallerde hava yenilenmesi sağlanamaz. Yapı içi hacimlerin havalandırılması amacıyla dış ortamdan hava emilmesine de gerek vardır. Bu amaçla ya konvektörün bir dış duvar yüzeyine tespit edilmesi ve bu duvar yüzeyinde öngörülen bir menfez aracılığı ile dış hava girişi yapılması gerekir veya özel bir kanal donanımı gerçekleştirilerek her konvektöre bu kanal donanımı ile dış hava dağıtımının yapılması zorunlu olur. Ancak bu sonuncu halde yalnızca basınçlı su ile beslenen iki akışkanlı karma iklimlendirme sistemleri gündeme gelir. Zaten en yaygın şekilde uygulanan iklimlendirme tesisleri de bunlardır.

b- Basınçlı Su ile Beslenen Özel Soğutma Sistemleri:

Bu sistemler aracılığı ile yapı içi hacimlerinin tam anlamıyla iklimlendirme olanaklı değildir. Bunların görevi mevzii ya da yerel bir serinlik sağlamak suretiyle özellikle yaz mevsimlerinde yapı içi hacimlerinin ısıtma yüklerinin azaltılmasıdır. Tam bir iklimlendirme işleminin gerçekleşmesi için bu tip sistemlerin bir başka iklimlendirme tesisatı ile birlikte uygulanması gerekir.

- Tavan tipi aydınlatma lambalarının su çevrimi yoluyla soğutulmasını sağlayan sistemler
- Yapı içi hacimlerinin soğuk tavanlar yoluyla soğutulmasına olanak veren sistemler

- Yapı içi hacimlerinin kanatlı radyatörler aracılığı ile soğutulmasını sağlayan sistemler özel soğutma sistemleri arasındadır.

Her ne kadar bugün içinde bulunduğumuz şartlarda bu tip sistemlerden çok ender şekilde yararlanılmakta ise de enerjinin en verimli kullanılmasının gündemden hiç düşmediği bugünün endüstri dünyasında anılan sistemlerde büyük gelişmeler olabileceğini göz önünde tutmak gerekir. Dolayısıyla bu sistemlere daha fazla değinilmeyecektir.

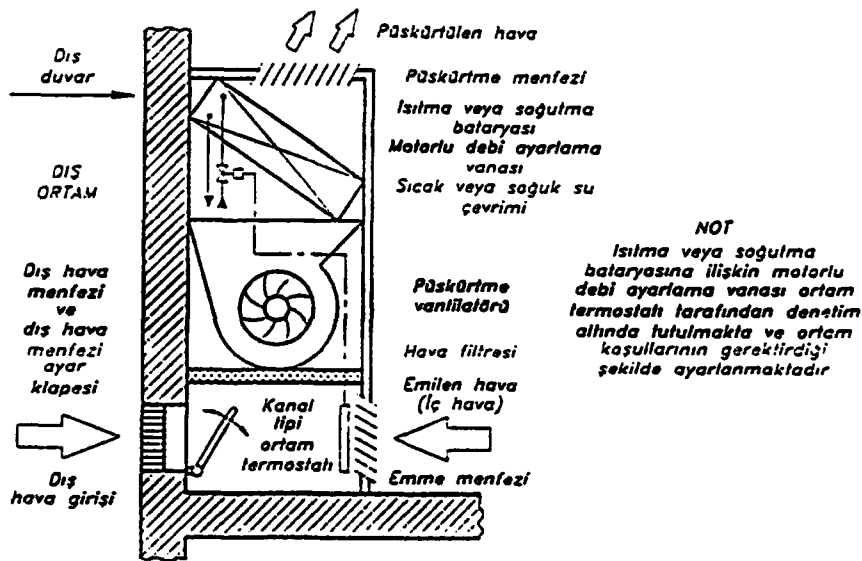
2.2.1 VANTİLATÖRLÜ CEBRİ KONVEKTÖRLÜ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Vantilatörlü cebri konvektörlü bir iklimlendirme tesisatının genel prensip şeması tıpkı konvektörlü bir kalorifer tesisatının prensip şemasına benzer. Bu tip iklimlendirme sistemlerinin konvektörlü bir kalorifer tesisatından farkı aşağıda incelenmiştir;

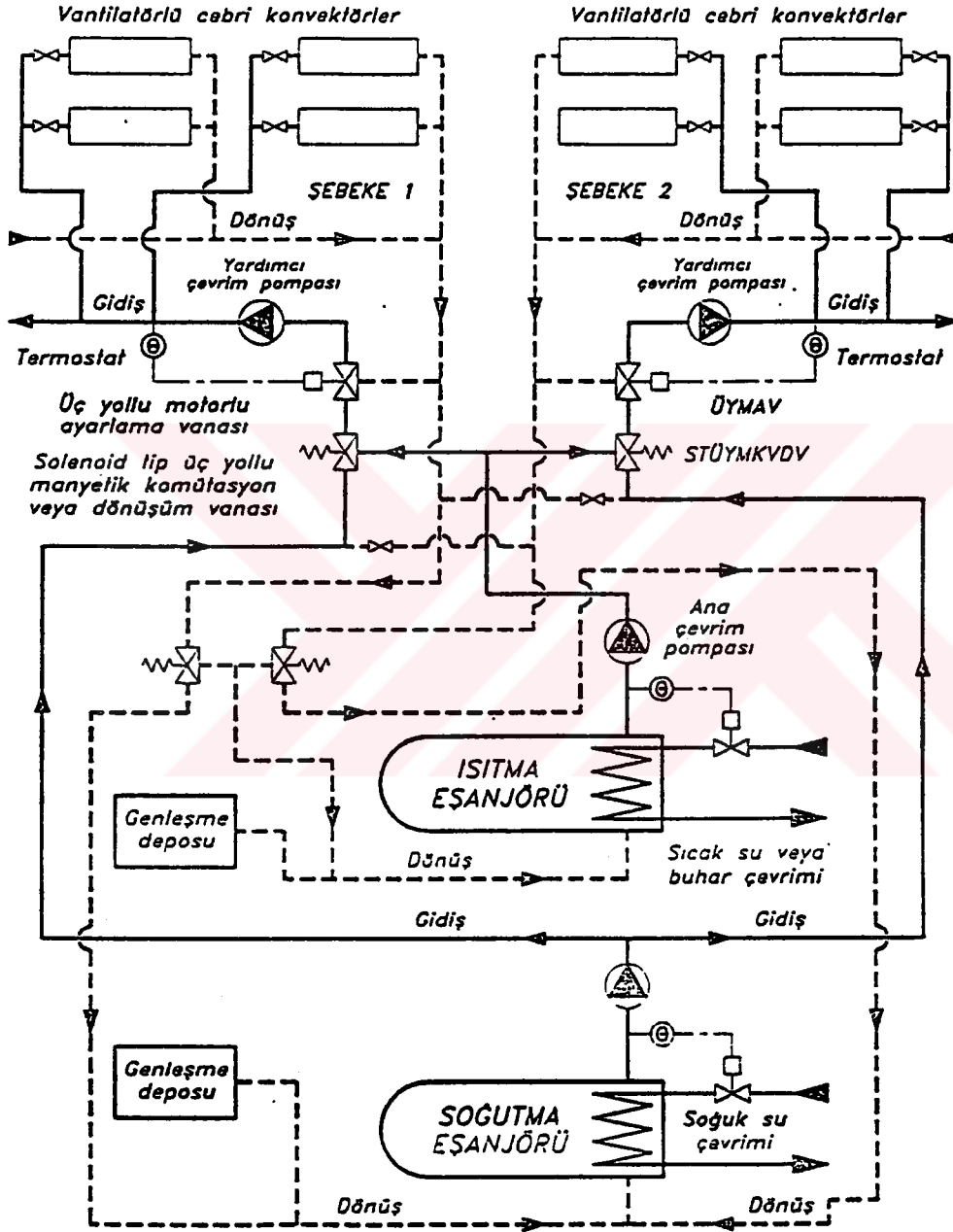
Kalorifer tesisatının konvektörleri sadece kışın sıcak su ile beslendiği halde iklimlendirme tesisatına ait vantilatörlü cebri konvektörler tüm yıl boyunca hem sıcak hem de soğuk su debisiyle beslenir. Ayrıca ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde iklimlendirme tesisatının bazı bölgelerinin soğuk su debisiyle diğer bazı bölgelerinin de sıcak su debisiyle beslenmesi mümkündür. Ancak böyle bir uygulamanın benimsenmesi halinde her bir konvektörün beslenmesi için iki, üç, hatta dört borulu şebekelerin öngörülmesi ve tesisatın tamamını kapsayan hayli karmaşık yapılı bir ayarlama donatımının gerçekleştirilmesi gerekir.

Isıtma tesisatının konvektörleri doğal konveksiyon yoluyla ısı yayınında bulunduğu halde iklimlendirme tesisatına ait konvektörlerde ısı yayını cebri konveksiyon yoluyla gerçekleşir. Bu cebri konveksiyonun konvektörün içinde bir vantilatör aracılığı ile oluşturulur. Vantilatör tarafından yapı içi hacminden emilen iç hava debisi keza vantilatör aracılığı ile dış ortamdaki alınan dış hava debisi ile karıştırılıp filtre edildikten sonra konvektör içinde bulunan ısıtma veya soğutma bataryasına doğru

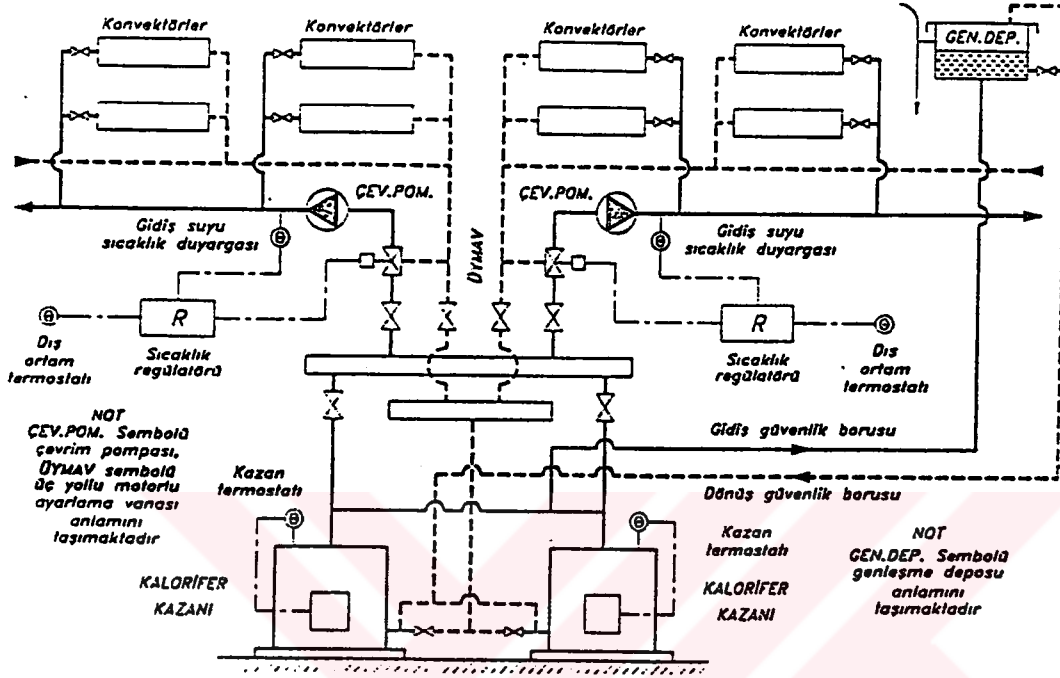
püskürtülür.; bataryadan çıktıktan sonra da sabit debi ve değişken sıcaklık koşullarında yapı içi ortamına üflenir. Püskürtme debisine ilişkin karakteristiklerin yapı içi ortamına uygun hale getirilebilmesi için her konvektör üzerinde bir ayarlama donatımı da bulunmaktadır. Isıtma tesisatı konvektörlerinden farklı olarak vantilatörlü cebri konvektörler binaların dış duvarları üzerinde öngörülen dış hava giriş menfezleri aracılığı ile yapı içi hacimlerinin cebri yoldan havalandırılması olanağını da sağlar. Vantilatörlü bir cebri konvektöre ilişkin prensip şeması Şekil-2.6 da tanımlanmıştır. Şekil-2.7 vantilatörlü cebri konvektörlü çift borulu bir iklimlendirme tesisatına Şekil-2.8 ise klasik tip konvektörlü basınçlı, kalorifer tesisatı ile ilgilidir. Konvektörlü kalorifer tesisatlarında bir veya bir kaç ısıtma veya kalorifer kazanı bulunduğu halde vantilatörlü cebri konvektörlü iklimlendirme sistemlerinde ısıtma veya kalorifer kazanları değil e ısıtma ve soğutma eşanjörleri bulunur. İklimlendirme akışkanı olarak kullanılan sıcak su ısıtma eşanjörleri aracılığı ile, keza iklimlendirme akışkanı olarak kullanılan soğuk su ise soğutma eşanjörleri aracılığı ile üretilir. Vantilatörlü cebri konvektörlerde bataryaların mevsime göre gerek sıcak gerekse soğuk su ile beslenebilmesi için elle çalıştırılan ya da otomatik olarak kendiliğinden devreye giren bir dönüşüm sisteminin öngörülmesine gerek vardır.



Şekil-2.6 Yalnızca Basınçlı Su ile Beslenen Tek Akışkanlı İklimlendirme Tesislerinde Kullanılan Vantilatörlü Bir Cebri Konvektöre İlişkin Prensip Şeması



Şekil-2.7 Yalnızca Basıncı Su ile Beslenen Vanilatörlü Cברי Konvektörlü Tek Akışkanlı İki Borulu Bir İklimlendirme Tesisatına İlişkin Prensip Şeması



Şekil-2.8 Yapı İçerisinde Konvektörlerle Isıtıldığı Çift Isıtma
Kazanlı Sıcak Sulu Bir Tesisat

Vantilatörlü cebri konvektörlü iklimlendirme sistemlerinin aygıtlardan her birine ulaşan boru sayısı dikkate alınarak sınıflandırmak oldukça uygun olacaktır.

2

2.1.1 İki Borulu Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri:

Sıcak veya soğuk suyun dolaşımı için her aygıtta biri gidiş biri dönüş olmak üzere iki ayrı boru donanımı ulaşır.

2

2.1.2 Üç Borulu Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri: Biri

sıcak su gidiş, biri soğuk su gidiş ve biri de hem sıcak hem de soğuk su için ortak dönüş olmak üzere bu tip sistemlerde üç ayrı boru donanımı vardır.

2.2.1.3 Dört Borulu Vantilatörlü Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri: Bu tip iklimlendirme tesislerinde sıcak su ve soğuk su debilerinin dolaşımı için birbirlerinden bağımsız birer adet gidiş, birer adet de dönüş borusu öngörülür.

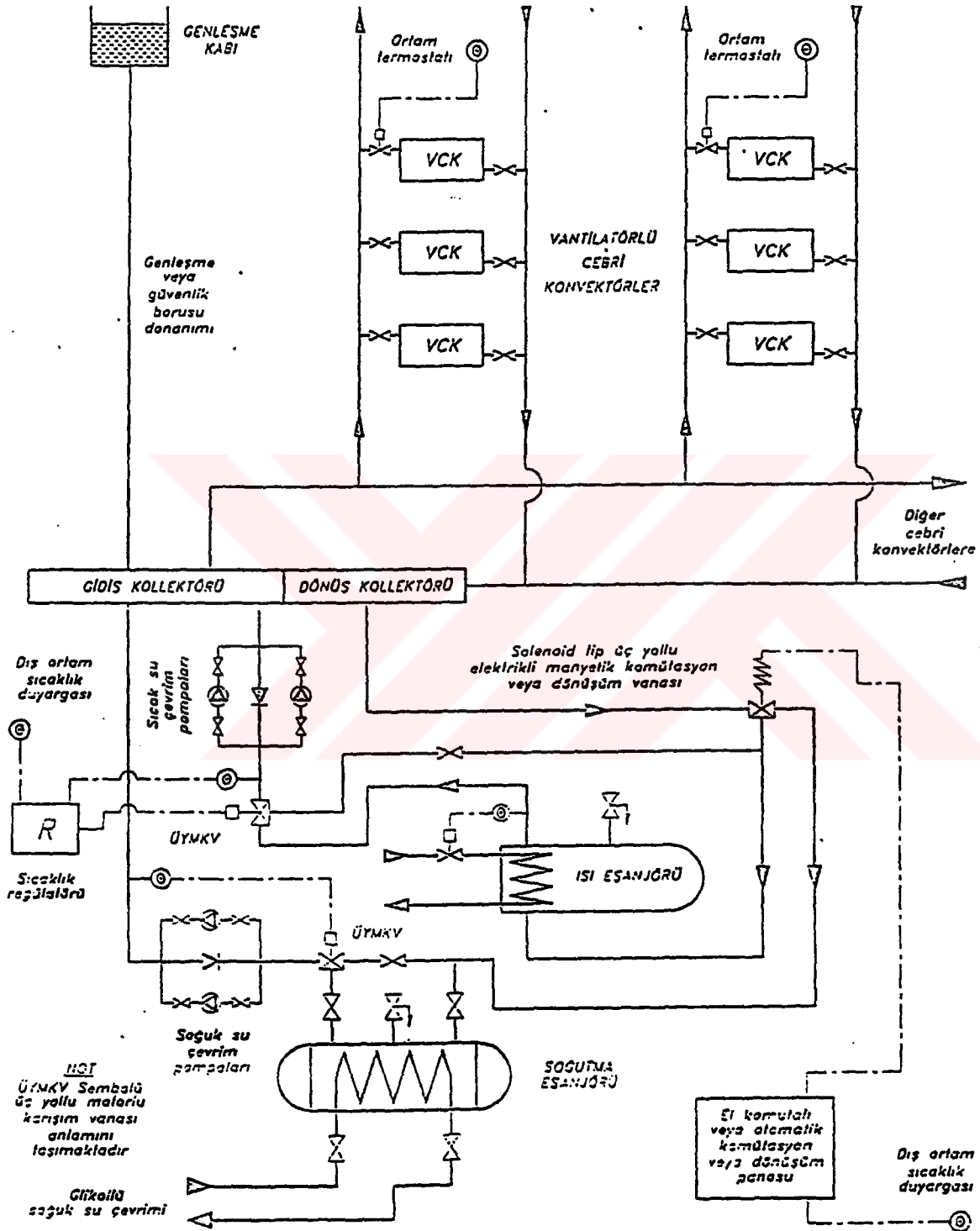
Son iki gruba ait iklimlendirme tesislerinde iklimlendirilen yapı içi hacimleri tarafından gerek duyulan entalpi miktarlarına bağlı olarak vantilatörlü cebri konvektörlerin istenilen her an hem sıcak hem de soğuk suyla beslenebilmesi mümkündür. İlk gruba ait iklimlendirme tesisleri diğerlerine oranla daha basittir; bu tesislerin mal oluş bedeli de daha düşüktür. Bu tip iki borulu sistemlerde aynı bir iklimlendirme bölgesinde bulunan tüm cebri konvektörler sadece tek bir akışkanla yani ya sadece sıcak su ile ya da sadece soğuk suyla beslenebilir. Bu durumun sonucu olarak yapı içi hacimlerine ilişkin sıcaklık dereceleri ile bağıl nem oranının da ayarlanabilmesi işinde esneklik sağlanabilmesi hayli güçleşir. Bu tip tesisler diğer iki grup tesislere oranla daha ağır çalışır.

2.2.1.1 İKİ BORULU VANTİLATÖRLÜ CEBRİ KONVEKTÖRLÜ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ:

Bu tip iklimlendirme sistemlerinde aynı bir iklim bölgesine konuşlandırılmış tüm cebri konvektörler sadece tek bir akışkanla yani mevsimine göre ya sadece sıcak su ya da sadece soğuk su ile beslenir. Böyle bir tasarımın en büyük sakıncası geçiş mevsimlerinde ortaya çıkar. Çünkü bu mevsimde aynı bir iklim bölgesinde bulunmalarına rağmen bazı yapı içi hacimlerinin ısıtılması bazı yapı içi hacimlerinin de soğutulması gerekli olabilir. Oysa buna olanak yoktur. Bu sıkıntının ortadan kaldırılması amacıyla ısı üretimiyle soğukluk üretimini tek bir merkezde gerçeklenmesinden vazgeçilmesi ve cebri konvektörlere küçük bir soğutma grubunun veya birer elektrikli ısıtıcının yerleştirilmesi düşünülebilir. Bu bakımdan iki borulu vantilatörlü cebri konvektörlü iklimlendirme sistemlerinin üç gruba ayrılması uygun olacaktır.

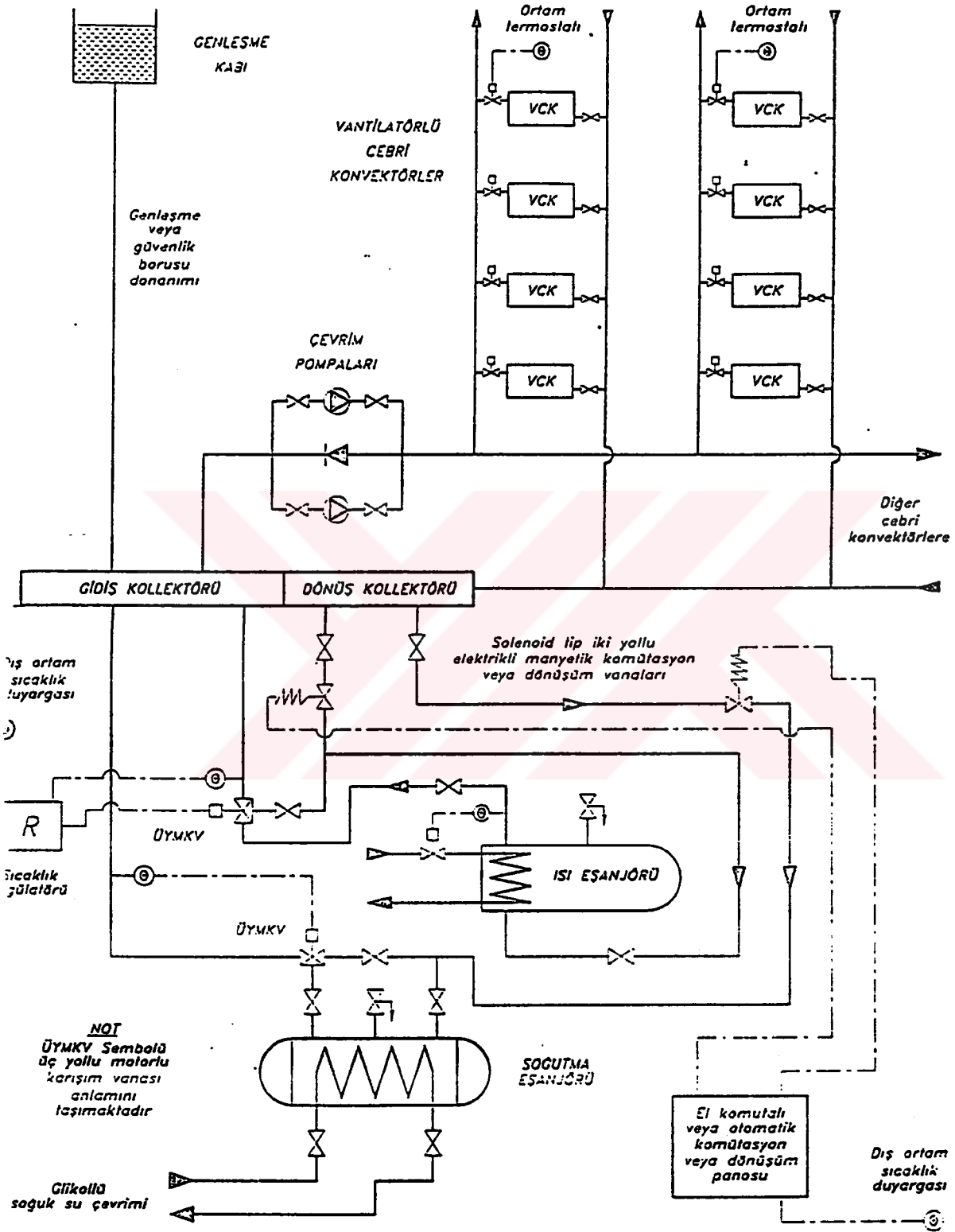
a- Merkezi Bir Soğutma Grubuna Sahip Olan Tesisler :

Bu tip iklimlendirme tesislerinin en büyük avantajı sade yapılı ve ekonomik oluşlarıdır. Ancak bu tip sistemler çalışma esnekliğinden yoksun olup hantaldırlar. İklimlendirilecek olan tüm yapı içi hacimlerinin aynı bir zaman süresine ilişkin ısıtma ve soğutma gereksinmelerinin birbirlerine uygun olması halinde bu tip iklimlendirme tesislerinden faydalanılması avantajlı olacaktır. 15 °C ile 20 °C arasında bulunması durumunda sıklıkla görülen bir olgu şudur; içinde çok kişinin oturduğu işgal yoğunluğu fazla olan ve ayrıca fazla miktarda güneş alan hacimlerin serinletilmesi gerekli olurken çok az sayıda insan barındıran ve hemen hemen hiç güneş almayan hacimlerin ise ısıtılması gerekmektedir. Birbirleriyle çelişen bu durumun iki borulu bir iklimlendirme tesisatı aracılığıyla normal yollardan karşılanması olanaklıdır. Bu işin üstesinden gelinebilmesi için ya yapının hacimleri uygun iklim bölgelerine ayrılmalı, ya ısı ve soğukluk üretimi bölge bölge gerçekleştirilmeli ya da sıcak sulu çalışma rejiminden soğuk sulu çalışma rejimine ki tersi de olabilecek şekilde, bu geçişe imkan tanıyan dönüşüm sıcaklığı duyarlılıkla belirlenmelidir.



Şekil 2.9 Sadece Tek Bir İklim Bölgesini Besleyen İki Borulu Bir İklimlendirme Tesisatı

(Tesisatta birbirinden bağımsız iki ayrı pompa grubu ve üç yollu vana sistemi vardır)

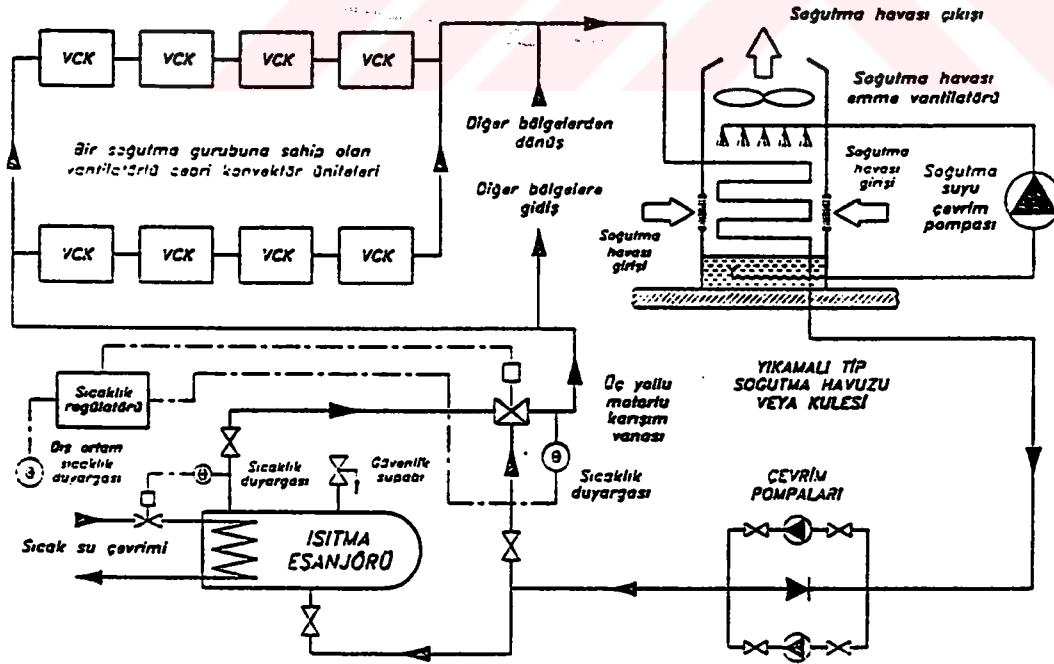


Şekil 2.10 Sadece Tek Bir İklim Bölgesini Besleyen İki Borulu Bir İklimlendirme Tesisatı
(Tesisatta yalnızca bir pompa grubu ve iki yollu vana sistemi vardır)

b- Her cebri Konvektöründe Küçük Çaplı Bir Soğutma Grubu İçeren Tesisler:

Bu tip konvektörlerin tek borulu bir tesisat üzerine seri olarak bağlamak yoluyla ısı pompaları olarak kullanılabilmesi ve yapı içi mahallerinin uygun şekilde gruplandırılması koşulu ile bu yöntemin uygulanması suretiyle önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabilmesi mümkündür. Gerçekten de bu tip konvektörler kapalı bir çevrim üzerine yerleştirilirse bir yapı içi hacminden bir başka yapı içi hacmine veya aynı yapı içi hacmi içinde bir bölgeden bir başka bölgeye ısı iletimi gerçekleştirilebilir.

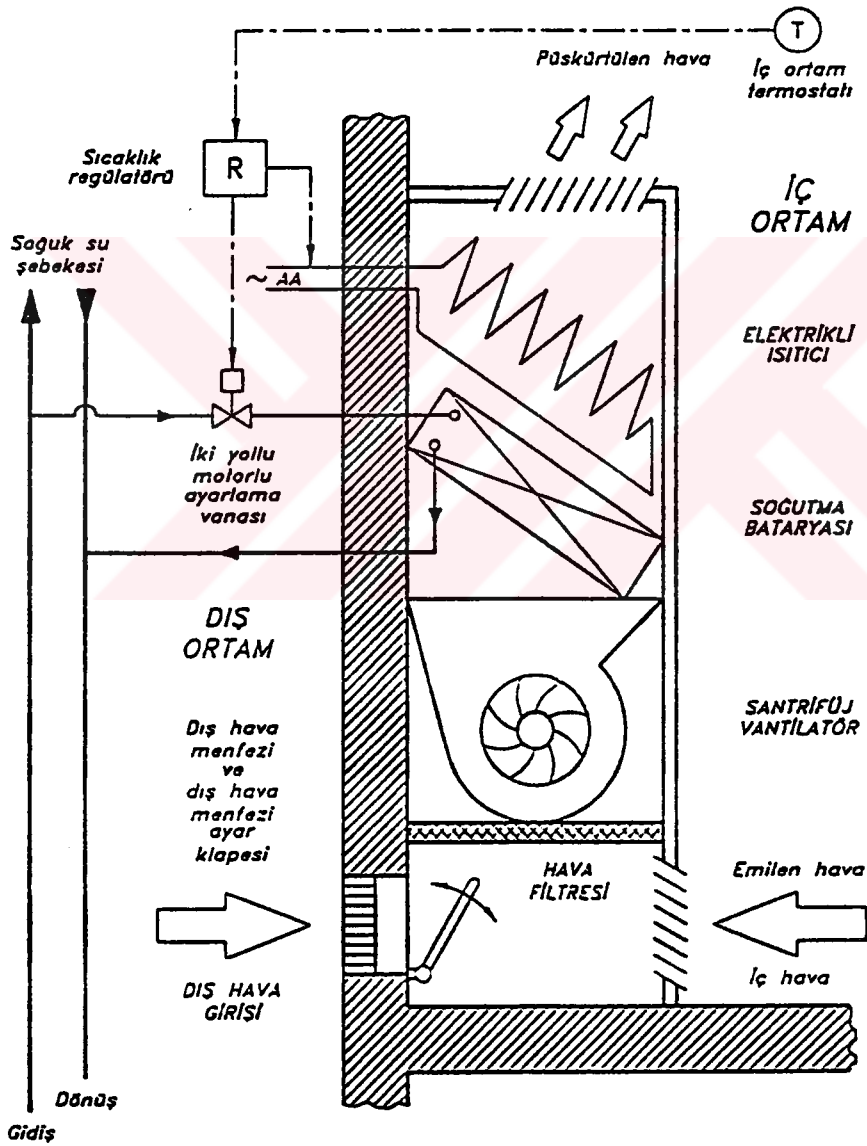
Her cebri konvektöründe küçük çaplı bir soğutma grubu öngörülen ve cebri konvektörleri tek borulu bir su çevrimi üzerine bağlanmak yolu ile ısı pompaları şeklinde çalıştırılan bir iklimlendirme tesisatını genel prensip şeması Şekil-2.11 de gösterilmiştir.



Şekil-2.11 Her Cebri Konvektörde Küçük Çaplı Bir Soğutma Grubu Öngörülen ve Tek Borulu Cebri Konvektörü Bir İklimlendirme Tesisatı

c- Her Cebri Konvektöründe Elektrikli Bir Isıtıcı Bulunan Tesisler:

Bu tip iki borulu iklimlendirme tesislerinde her vantilatörlü cebri konvektör bir elektrikli ısıtıcıyla donatılmakta, bu tip tesisler farklı iki biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Şekil-2.12 Bunlar, sıcak su donatımına sahip olmayan ve hem sıcak hem de soğuk su donatımına sahip olan tesislerdir



Şekil 2.12 Her Cebri Konvektöründe Elektrikli Bir Isıtıcı Bulunan Bir Tesis Şeması

Bunlardan en ekonomik olanı genellikle ikinci çözümdür. Vantilatörlü cebri konvektörlere yerleştirilen elektrikli ısıtıcılardan ek ısıtma kaynakları olarak yararlanılması yolu ile iki borulu iklimlendirme sistemlerinin çalışma esnekliği büyük ölçüde artırılabilir. Gerçekten de ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yapı içi hacimlerinin serinletilmesi amacıyla iklimlendirme tesisatının soğuk suyla beslenmesi sırasında havalar soğur da yapı içi hacimlerinin serinletilmesi amacıyla iklimlendirme tesisatının soğuk suyla beslenmesi sırasında havalar soğur da yapı içi hacimlerinin serinletilmesi değil tam tersine ısıtılması gerekli olursa ortam termostatlarının vereceği sinyal üzerine ilkin soğutma bataryalarına ait ayarlama vanaları kapanır, bunun ardından da elektrikli ısıtıcılara akım verilerek bu ısıtıcıların devreye sokulması sağlanır. Yapı içi hacimlerine yerleştirilen ortam termostatları tarafından iletilen sinyallere bağlı olarak elektrikli ısıtıcılar on-off yöntemi uyarınca çalışırlar. Ayrıca vantilatörlü cebri konvektörlere püskürtülen hava sıcaklığının belli bir sınırın üstüne çıkmaması için bir üst sınır sıcaklık termostatının da öngörülmesi gerekir. Kış mevsiminde iki borulu şebeke sıcak suyla beslendiği zaman elektrikli ısıtıcılar devreden çıkarılır.

2.2.1.2 ÜÇ BORULU VANTİLATÖRLÜ CEBRİ KONVEKTÖRLÜ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme tesislerinde vantilatörlü cebri konvektörler aynı zamanda hem sıcak hem de soğuk suyla beslenir. Borulardan biri sıcak su, diğeri ise soğuk su debisinin dağıtımı ile görevlidir. Bu iki boru donanımı aracılığı ile cebri konvektörlere ulaştırılan sıcak ve soğuk su debileri ortak dönüş görevini gören üçüncü boru donanımı vasıtasıyla gerisin geri üretim santralına döndürülür.

Üç borulu iklimlendirme tesislerinde iklimlendirilen binaya ait tüm yapı içi hacimlerinin istenilen her an hem ısıtılması hem de soğutulması imkanı bulunduğu için bu tip tesislerin çalışma esnekliği oldukça fazladır. Üstelik işgal yoğunluğunun ve güneş ışınlarına fazla maruz kalma özelliğinin sık sık değişmesi nedeniyle yapı içi hacimlerinin

entalpi yüklerinde oluşan ani değişimlerinin hemen anında karşılanabilmesi mümkün olabilir.

Üç borulu iklimlendirme tesislerinde vantilatörlü cebri konvektörler her an ısı ve soğukluk yayımlamaya hazır durumda olduğu için yapı içi hacimlerine püskürtülen hava sıcaklıklarının bu hacimlerin entalpi yükleriyle iklimsel koşullarına uygun hale getirilmesi her zaman olanaklıdır ve bu nedenle de yapı içi hacimlerin iklim bölgelerine ayrılması gerekmez.

Ayrıca bu sistemlerde sıcak sulu çalışma rejiminden soğuk sulu çalışma rejiminde veya soğuk sulu çalışma rejiminden sıcak sulu çalışma rejimine geçilmesi gerekli olmadığı için iklimlendirme santralının daha basit yapılı tesisat ve ayarlama elemanlarıyla donatılması yeterli olur. Bütün bu avantajlarına rağmen üç borulu iklimlendirme sistemlerinin ne yazık ki büyük bir sakıncası vardır. Bu da işletme masraflarının önemli oranda yüksek oluşudur. Bundan dolayı üç borulu iklimlendirme sistemlerinin gün geçtikçe daha az kullanıldığı, bunun yerine dört borulu iklimlendirme doğru bir yönelme olduğu gözlenmektedir. Üç borulu iklimlendirme sistemlerinde işletme masraflarının olabildiğince azaltılabilmesi için bazı önlemler de alınabilir. Ortak dönüş borularının bölgeler ayrılması yoluyla karışım etkisiyle oluşan enerji kayıplarının azaltılması bu önlemlerden biridir.

Vantilatörlü cebri konvektörlü üç borulu iklimlendirme sistemlerinde genellikle aşağıda açıklanan donatım elemanları bulunur:

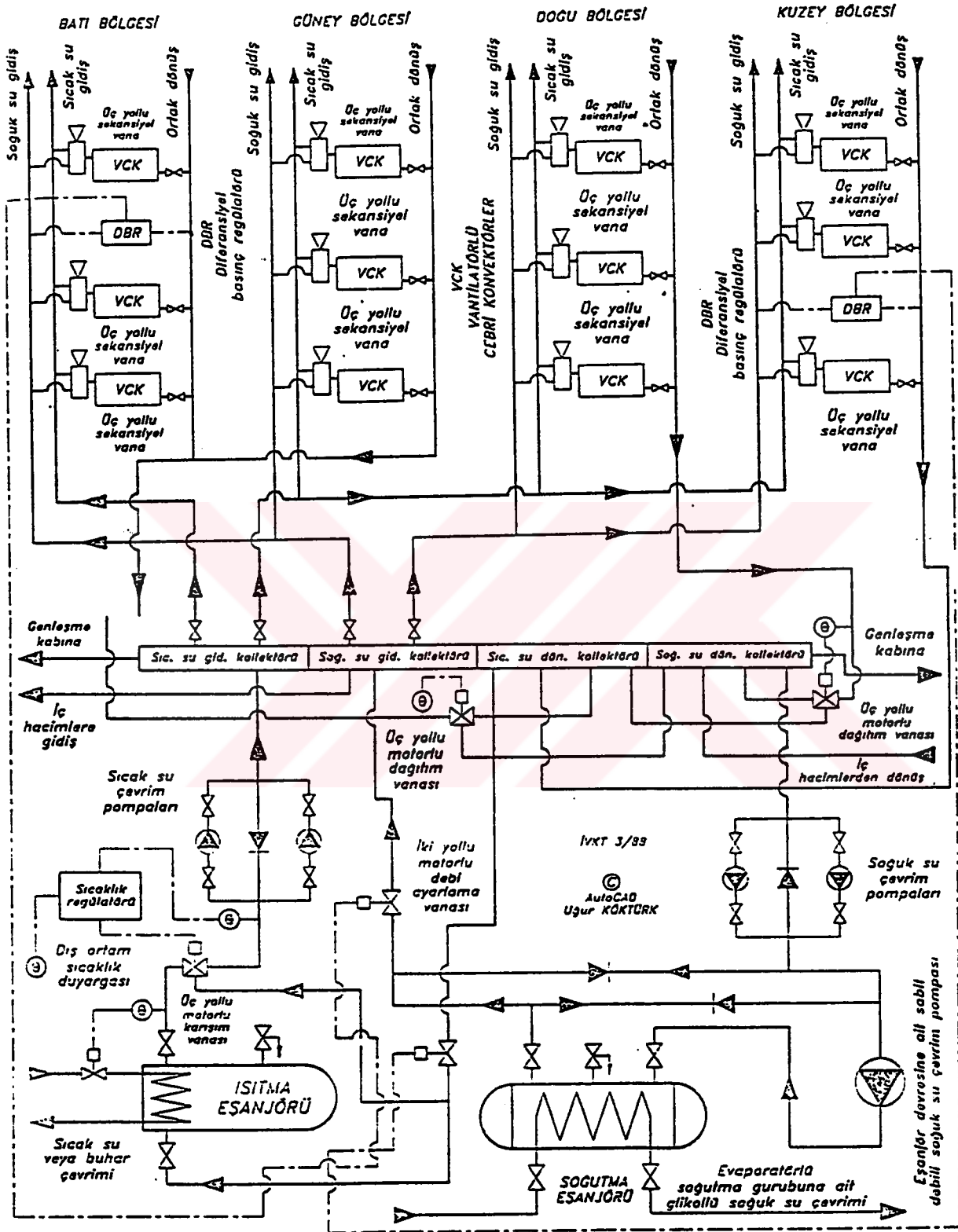
Merkezi Sıcak Su Üretim Tesisatı: Bu tesisat aracılığı ile üretilen suyun sıcaklığı mevsimine göre 80 °C ile 35 °C aralığında değişir.

Merkezi Soğutma Su Üretim Tesisatı: Bu tesisat aracılığı ile soğutma grubunun evaporatörünün ve soğutma eşanjörünün yardımıyla iki aşamada üretilen suyun sıcaklığı tüm yıl boyunca 7 °C ile 10 °C aralığında tutulur. Sabit debili bir çevrim pompası grubu

soğutma eşanjörü içinde dolaşım yapan soğutma soğuk su debisinin sabit düzeyde tutulmasını sağlamak suretiyle cebri konvektörlerce gerek duyulan soğuk su debisi ihtiyacının azalması halinde bu eşanjör içinde baş gösterebilecek olan donma olayını önler.

Soğuk Suyun Çevrimini Sağlayan Çevrim Pompası Grubu : İklimlendirme akışkanı olarak kullanılan soğuk suyun merkezi üretim tesisatı ile vantilatörlü cebri konvektörler arasında çevrimin sağlanması amacıyla öngörülen çevrim pompası grubu pompalarının soğuk su şebekesinin değişken debi gereksinimini karşılayabilecek özelliklere sahip olması gerekir.

Sıcak Su Çevrimini Sağlayan Çevrim Pompası Grubu: İklimlendirme akışkanı olarak kullanılan sıcak suyun merkezi üretim tesisatı ile vantilatörlü cebri konvektörler arasında çevrimin sağlanması amacıyla öngörülen çevrim pompası grubu pompalarının sıcak su şebekesinin değişken debi gereksinimini karşılayabilecek özelliklere sahip olması gerekir.



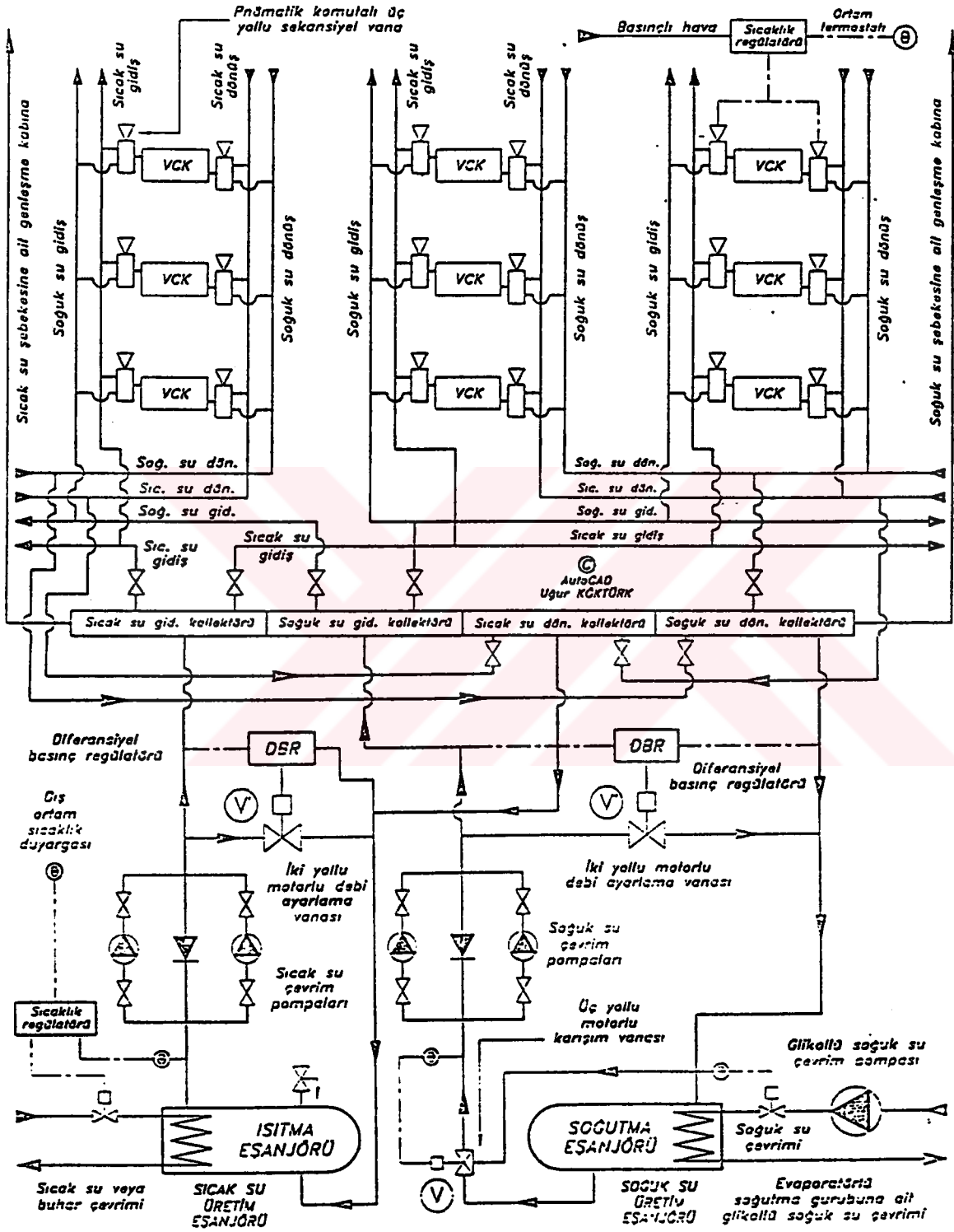
Şekil 2.13 Vantilatörlü Cebri Konvektörlü Üç Borulu Bir İklimlendirme Sistemi

2.2.1.3 DÖRT BORULU VANTİLATÖRLÜ CEBRİ KONVEKTÖRLÜ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip iklimlendirme sistemlerinde vantilatörlü cebri konvektörler hangi mevsim olursa olsun daima dört borulu bir şebekeyle beslenir. Bunlar sıcak su için gidiş ve dönüş boruları ile soğuk su için gidiş ve dönüş borularıdır.

Dört borulu iklimlendirme sistemlerinin üç borulu sistemlere oranla ek bazı avantajları daha vardır. Gerçekten de bu tip iklimlendirme sistemlerinde sıcak ve soğuk su dönüş boruları birbirlerinden bağımsız olduğu için sıcak ve soğuk su debilerinin birbirine karışması ve bu yolla enerji kayıplarının oluşması söz konusu değildir. Hem bu nedenle hem ayarlama donanımının o denli karışık olmamasından hem de tesisat elemanlarına ilişkin bakım işlemlerinin daha kolay yapılabilmesinden ötürü işletme masrafları da daha azdır. (Bkz. Şekil-2.14)

Bununla birlikte vantilatörlü cebri konvektörlü dört borulu iklimlendirme sistemlerinin sakıncaları da yok değildir. Gerçekten de tesisat elemanlarının sayısı üç borulu sistemlere oranla artmış durumdadır. İki gidiş, iki dönüş olmak üzere tesisatta birbirlerinden bağımsız dört ayrı boru parkuru öngörülmüş, örneğin cebri konvektöre iki adet üç yollu vanalar monte edilmiş, biri merkezi ısıtma diğeri merkezi soğutma tesisatına ait olan iki ayrı genişleme kabının tesis edilmesi zorunluluğu doğmuş, yatırım masrafları böylece daha da artmıştır. Ayrıca cebri konvektörlerin boyutları da büyümekte, binada boru donanımı için öngörülen geçiş kanallarının boyutlarında da artış gözlenmektedir.



Şekil 2.14 Vantilatörlü Cebri Konvektörlü Dört Borulu Bir İklimlendirme Sistemi

Şekil-2.14’de vantilatörlü cebri konvektörlerin senenin her mevsiminde hem sıcak hem de soğuk su ile beslenmesini sağlayan dört borulu bir iklimlendirme tesisatına ait prensip şeması gösterilmiştir. Soğutma grubu tarafından üretilen soğuk su çevrimi aracılığı ile soğutulan bu eşanjörde koşullandırılan soğuk suyun sıcaklığı 7 °C ile 10 °C arasında tutulur. V sembolü ile gösterilen üç yollu motorlu bir karışım vanası dönüş suyunun gidiş suyuna karıştırılması yoluyla soğuk su gidiş sıcaklığının tesisatın gereksinmelerine göre ayarlanmasını sağlar. Bir kaynar su veya buhar çevrimiyle beslenen sıcak su üretim eşanjörü aracılığı ile üretilen sıcak su debisinin sıcaklığı dış ortam sıcaklığına bağlı olarak 35 °C ile 80 °C arasında değiştirilir. Bir dış ortam sıcaklık duyurucu ile sıcak su gidiş donanımı üzerine yerleştirilen bir sıcaklık termostatının denetimi altında bulunan sıcaklık regülatörü bu termostatlardan aldığı sinyalleri kendi ayar değerleri ile karşılaştırarak eşanjör ısıtma çevrimi gidiş debisinin ayarlanmasını sağlar. Sıcak su dağıtım eşanjörünün çıkışı üzerinde öngörülen bu pompa grubu eşanjörde üretilen sıcak su debisinin cebri konvektör devrelerinde dolaşımını sağlamaktadır. Bir diferansiyel basınç regülatörünün denetimine tabi olan iki yollu V motorlu vanası gidiş ve dönüş boruları arasında öngörülen by-pass hattı debisinin ayarlanması yoluyla pompalar grubunca basılan sıcak su debisinin sabit değerinde tutulmasını sağlar. Soğuk su üretim eşanjöründe koşullandırılan soğuk su debisinin cebri konvektör devrelerinde dolaşımın sağlanması göreviyle yükümlü olan pompa grubu tarafından basılan soğuk su gidiş debisi bir diferansiyel basınç regülatörünün denetimine bağlı olan iki yollu bir V” motorlu vanası tarafından sabit seviyede tutulur. Gerçekten de bu amaca ulaşılması için gidiş ve dönüş boruları arasında öngörülen by-pass hattının debisi bu vana tarafından ayarlanır. Sıcak ve soğuk su devrelerinde gidiş ile dönüş arasındaki basınç farklarının ve pompa grupları tarafından basılan suyun debisinin sabit seviyelerde tutulmasını merkezi ayarlama donatımı sağlar. Ayrıca sıcak ve soğuk su debisi sıcaklıklarının belli bir sınırdan tutabilmek için çevrim pompalarının ayarlanması da bu merkezi ayar donatımı ile sağlanır.

Vantilatörlü cebri konvektörlü dört borulu iklimlendirme sistemlerine ilişkin uygulama alanları tıpkı üç borulu sistemlerdeki alanları andırır. Dört borulu iklimlendirme sistemleri yapı iç hacimlerine ilişkin ortam sıcaklıklarının duyarlı bir şekilde kontrol altına

alınabilmesine imkan verir. Bundan dolayı da konut yapılarında, büro yapılarıyla iş merkezlerinde, otellerde ve okullarda uygulanma olanağı bulunmaktadır. Bazı bakımlardan çok yararlı ver çekici görünen bu tip iklimlendirme sistemleri yine belli bazı nedenler yüzünden çok yaygın bir şekilde uygulanmaz. Gerçekten de bu tip tesisler aracılığı ile istenilen nem oranı hassas bir şekilde kontrol edilemez. Bundan dolayı da ister iki ister üç isterse dört borulu olsun yalnızca basınçlı su ile beslenen tek akışkanlı vantilatörlü cebri konvektörlü iklimlendirme sistemleri fabrika ve proseslerde değil daha çok birey konforuna yönelik alanlarda uygun şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca özellikle işgal yoğunluğu fazla olan büyük hacimlerde hem yeterli bir hava dağıtımı hem de yeterli bir hava yenilenmesi sağlanamaz. Dış ortamdan temiz hava alınabilmesi için binanın dış duvarlarında dış hava açıklıklarının öngörülmesi gerekli olur. Bütün bunlara ek olarak yüksek hızda çalışan vantilatörler de oldukça fazla gürültü oluşturabilmektedir.

İşte bütün bu nedenlerle yalnızca basınçlı suyla beslenen tek akışkanlı vantilatörlü cebri konvektörlü iklimlendirme tesislerinin yerine hem cebri hava hem de basınçlı su ile beslenen iki akışkanlı karma iklimlendirme tesislerinden yararlanılması yeğlenmekte, merkezi bir santralda koşullandırılan birincil nitelikli dış hava debisinin yapı içi hacimlere dağıtımı yoluyla hem bu hacimlerdeki bağıl nem oranlarının iyice belirgin sınırlarda tutulabilmesi hem de yapı içi ortamları havasının etkin bir şekilde yenilenebilmesi imkanı sağlanabilmektedir.

2.3 HEM CEBRİ HEM DE BASINÇLI SU İLE BESLENEN İKİ AKIŞKANLI KARMA İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu tip tesislerde birincil nitelikli ana iklimlendirme akışkanı olarak aynı zamanda hem havadan hem de sudan yararlanılır. Havanın üretimi hava şartlandırma santralında, sıcak su ile soğuk suyun üretimi ise eşanjör santralında gerçekleşir. Birincil nitelikli ana iklimlendirme akışkanı olan hava ile su debileri iklimlendirilecek olan yapı içi hacimlerine hava kanalları ve boru donanımları aracılığıyla ulaştırılır. Boru donanımı iki, üç, ya da dört parkurlu olabilmektedir.

Hem cebri hem de basınçlı su ile beslenen iki akışkanlı karma iklimlendirme tesisleri aracılığı ile yapı içi hacimlerinin ısıtılması ve serinletilmesi mümkün olabildiği gibi buna ek olarak hem hava yenilenmesinin sağlanması hem de bağıl nem oranının istenilen her sınırdaki tutulabilmesi olanağı vardır. Bundan dolayı bu tip tesislerin her alanda uygulanması mümkündür. Bu tip tesisler aracılığıyla tam bir iklimsel konfor özelliğinin gerçekleştirilebilmesi olanaklıdır.

Hem cebri hem de basınçlı su ile beslenen iki akışkanlı karma iklimlendirme sistemleri yapı içi hacimlerine yerleştirilen yerel donatım elemanlarının tipine göre sınıflandırılır. Bunlar;

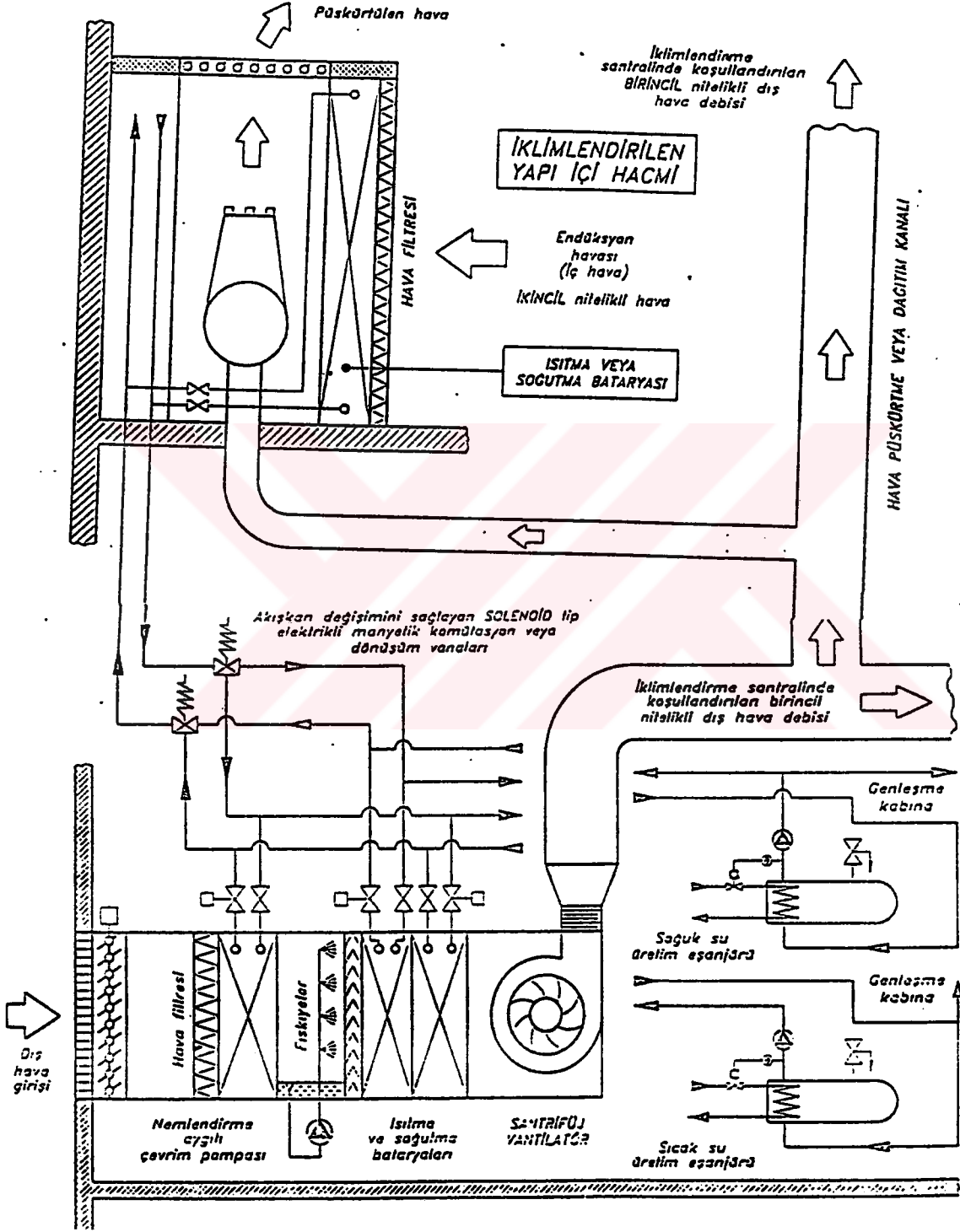
- Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri
- Yalnızca Cebri Konvektörlü İklimlendirme Sistemleri
- Yalnızca Cebri Hava İle Beslenen Yerel Isıtıcı Veya Yerel Soğutucu İklimlendirme Sistemleri

2.3.1 ENDÜKSİYONLU CEBRİ KONVEKTÖRLÜ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Yapı dışından alınan birincil nitelikli dış hava debisi filtreden geçirilip koşullandırıldıktan sonra yapı içi hacimlerine yerleştirilen endüksiyonlu cebri konvektörlere doğru püskürtülür. İkincil nitelikli bir miktar yapı içi hacmi havası bu püskürtme işlemi tarafından yaratılan endüksiyon olayının etkisine kapılarak konvektör içerisine girer ve yerel nitelikli bu elemanın içinde iklimlendirme santralından gelen ve sabit hacimli olan birincil nitelikli dış hava debisine karışır. Böylece bu tip iklimlendirme sistemlerinde başka ikincil nitelikli yardımcı iklimlendirme akışkanı olarak ayrıca endüksiyon havasından yani iç ortam havasından yararlanılması söz konusudur. Endüksiyon olayının etkisiyle yapı içi hacmi ortamından emilen ve bu nedenle endüksiyon havası deyimiyle de anılan iç ortam havası konvektör içerisinde bulunan bir batarya vasıtasıyla ısıtılır veya soğutulur. (Bkz Şekil-2.15) Böylece konvektör içine alındıktan

sonra iç hava ile karışan, bu karışım etkisiyle sıcaklık değişimine uğrayan primer ya da birincil nitelikli dış hava debisi sabit debi fakat değişken sıcaklık koşullarında iklimlendirilecek olan yapı içi hacimlerine püskürtülür. Ancak yapı içi hacminden endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikli bu iç hava debisinin değiştirilmesi mümkündür. Böyle bir değişimin gerçekleşmesi halinde iklimlendirilen yapı içi hacmine püskürtülen karışım havasının debisi de değişime uğrar. Çünkü yapı içi hacminden endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikli iç hava debisi iklimlendirme santralından gelen ve sabit hacimli olan birincil nitelikli dış hava debisi ile karıştırıldıktan sonra gerisin geri tekrar yapı içi hacmine püskürtülmekte, bundan dolayı da yapı içi hacmi ortamından emilen ikincil nitelikli iç hava debisinde gerçekleşen değişim doğal olarak püskürtülen karışım havasının debisine de aynen yansımaktadır.





Şekil 2.15 Hem Cebri Hava Hem de Basınçlı Su İle Beslenen Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü İki Akışkanlı, İki Borulu Karma İklimlendirme Sistemi

Bu tip iklimlendirme sistemlerinin prensip şeması Şekil-2.15’de tanımlanmıştır. İklimlendirme akışkanları olarak hem havadan hem de sudan yararlanılmakta, birincil nitelikli dış hava debisi hava koşullandırma santralından, sıcak ve soğuk su debileri ise özel eşanjörlerde üretilmektedir. Hava koşullandırma santralına alına birincil nitelikli hava debisi sadece dış havadan oluşmakta, filtreden geçirilip kirli havadan arındırılan ve mevsimine ve ihtiyacına göre ısıtılan, soğutulan ve nemlendirilen bu dış hava debisi böylece koşullandırıldıktan sonra büyük bir hızla ve sabit debi altında endüksiyonlu cebri konvektörlere doğru püskürtülmektedir. İklimlendirme santralına alınan birincil nitelikli dış hava debisinin nemlendirilmesi daha ziyade kış mevsiminde gerekli olur. İklimlendirme santralında koşullandırıldıktan sonra basınç altında endüksiyonlu cebri konvektörlere kadar ulaştırılan birincil nitelikli dış hava debisi bu cihazlar içerisinde endüksiyon memeleri aracılığı ile iklimlendirilen hacim ortamına püskürtülen yaratılan endüksiyon olayının etkisiyle yapı içi ortamından da bir miktar da iç hava emilmesine neden olur ve endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikli bu iç hava debisini de peşinden sürükler. Böylece iklimlendirme santralından gelen primer dış hava debisine yapı içi ortamına konuşlandırılmış olan cebri konvektörde sekonder bir miktar iç hava debisi de eklenmiş olur. Sekonder nitelikli iç hava debisi endüksiyon havası deyimiyle de anılır. Endüksiyon yoluyla konvektör içine emilen ikincil nitelikli iç ortam havası cebri konvektöre girerken önce filtreden geçirilerek temizlenir, daha sonra da sıcak ve soğuk su debileriyle beslenen bir bataryanın arasından geçerek mevsimine veya ihtiyacına göre ısınır veya serinler. Endüksiyon memeleri aracılığı ile dağıtılıp genleştirildikten sonra yapı içi hacminden alınan emilen ikincil nitelikli endüksiyon havası ile karışan birincil nitelikli dış hava debisi böylece sabit birincil debi ve değişken sıcaklık koşulları altında yapı içi hacmine püskürtülür. Tanımı yapılan bu örnekte sadece endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikli iç hava debisi ısıtılıp soğutulduğu halde bazı tip cebri konvektörlerde birincil nitelikli dış hava debisi ikincil nitelikli iç hava debisinden oluşan karışım havasının ısıtılıp soğutulması da görülebilmektedir. Ancak ister sadece ikincil nitelikli endüksiyon havası isterse ikincil nitelikli endüksiyon havası ile iklimlendirme santralından koşullandırılmış olarak gelen birincil nitelikli dış havanın karışımından oluşan karışım havası debisi ısıtılsın veya soğutulsun iklimlendirme santralından koşullandırılmış halde püskürtülüp cebri

konvektöre sokulan birincil nitelikli dış havanın debisi sabittir. Ancak yapı içi hacminden endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikli dış hava debisini değiştirebilmesi mümkündür. Böyle bir değişimin gerçekleşmesi halinde iklimlendirilen yapı içi hacmine püskürtülen karışım havasının debisi de değişime uğrar. Çünkü yapı içi hacminden endüksiyon yoluyla emilen ikincil nitelikli iç hava debisi santraldan gelen sabit hacimli birincil nitelikli dış hava debisiyle karıştırıldıktan sonra gerisin geri tekrar yapı içi hacmine püskürtülmekte, bundan dolayı da yapı içi hacminden emilen ikincil nitelikli iç hava debisinde gerçekleşen her türlü değişim yapı içi hacmine püskürtülen karışım havasının debisine aynen yansımaktadır.

Yapı içi hacmine püskürtülen karışım havasının debisinin sıcaklığının ayarlanması için birbirlerinden farklı olan iki ayrı yöntemin uygulanabilmesi olanağı vardır. Bu amaçla ya otomatik olarak çalışan motorlu ayarlama vanaları aracılığı ile bataryalarda dolaşım yapan sıcak veya soğuk su debisinin değerleri değiştirilir ya da motorlu hava damperlerinden yararlanılması yoluyla yapı içi ortamlarından emilerek konvektörler içerisine sokulan ikincil nitelikli endüksiyon havası debilerinin ayarlanması yoluna başvurulur. Bu her iki sistem de yapı içi hacmine yerleştirilen bir ortam termostatu tarafından denetlenir.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı gibi endüksiyonlu cebri konvektörlü iklimlendirme tesisleri sayesinde yapı içi hacimlerinin istenildiği gibi ısıtılıp, soğutulabilmesi, bu hacimler içindeki bağıl nem oranlarının iyice belirgin sınırlar içinde tutulabilmesi ve yapı içi ortamlarında sürekli bir hava yenilenmesi imkanın sağlanabilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca bu tip tesislerde emme kanalları bulunmamakta, iklimlendirme santralında yapı içi ortamlarından emilen ve çevrim havası deyimiyle de nitelendirilen iç ortam havası kullanılmaktadır. Klasik tip sistemlerdeki püskürtme menfezlerinin yerini ise bazen endüktör deyimiyle de adlandırılan endüksiyonlu cebri konvektörler almıştır. En ilginç özelliği bir vantilatörle donatımlı bulunmamasıdır.

Endüksiyonlu cebri konvektörlü iklimlendirme sistemleri konvektör içinde bulunan ısıtma ve soğutma bataryalarını besleyen sıcak ve soğuk su tesisatındaki boru parkuru sayısına göre sınıflandırılır.

- Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü İki Borulu İklimlendirme Sistemleri: Bu tip iklimlendirme akışkanı olarak kullanılan sıcak ve soğuk su debilerinin eşanjörlerle konvektörler arasında dolaşımın sağlanması amacıyla biri gidiş diğeri dönüş olmak üzere iki boru parkurundan yararlanır.
- Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü Üç Borulu İklimlendirme Sistemleri: Bu tip iklimlendirme sistemlerinde biri sıcak su gidiş biri soğuk su gidiş ve biri de ortak dönüş olmak üzere birbirlerinden bağımsız nitelikte üç ayrı boru parkuru bulunur. Aynı boru parkurlarıyla konvektörlere gönderilen sıcak ve soğuk su debileri aynı bir ortak dönüş parkuru aracılığı ile eşanjörlere ulaştırılır.
- Endüksiyonlu Cebri Konvektörlü Dört Borulu İklimlendirme Sistemleri: Bu tip iklimlendirme sistemlerinde dönüş parkurları da birbirinden ayrılarak ikisi gidiş ikisi de dönüş olmak üzere dört ayrı boru parkuru öngörülür. İklimlendirme akışkanı olarak kullanılan sıcak ve soğuk su debileri birbirinden bağımsız olan ayrı gidiş ve ayrı dönüş parkurları aracılığı ile dolaşıma tabi tutulur.

Bu sistemlerin içinde en basiti ve en az masraflı olanı iki borulu sistemlerdir. Konvektörler içinde bulunan tüm bataryalar gerek sıcak suyla gerekse soğuk suyla beslenebilmektedirler. Mevsimine göre sıcak sudan soğuk suya veya soğuk sudan sıcak suya geçişin mümkün olabilmesi için bu tip sistemlerde manuel olarak veya otomatik bir şekilde kumanda altına alınan bir dönüşüm sisteminin öngörülmesi gerekmektedir.

Üç borulu veya dört borulu iklimlendirme sistemlerinde ısıtma ve soğutma bataryalarının istenilen her an hem sıcak hem de soğuk suyla beslenebilir. İklimlendirilecek olan yapı içi hacimlerinin entalpi yani ısıtma veya soğutma yüklerine göre bu konvektörler mevsime bağlı kalmaksızın ve doğallıkla bir dönüşüm sisteminin

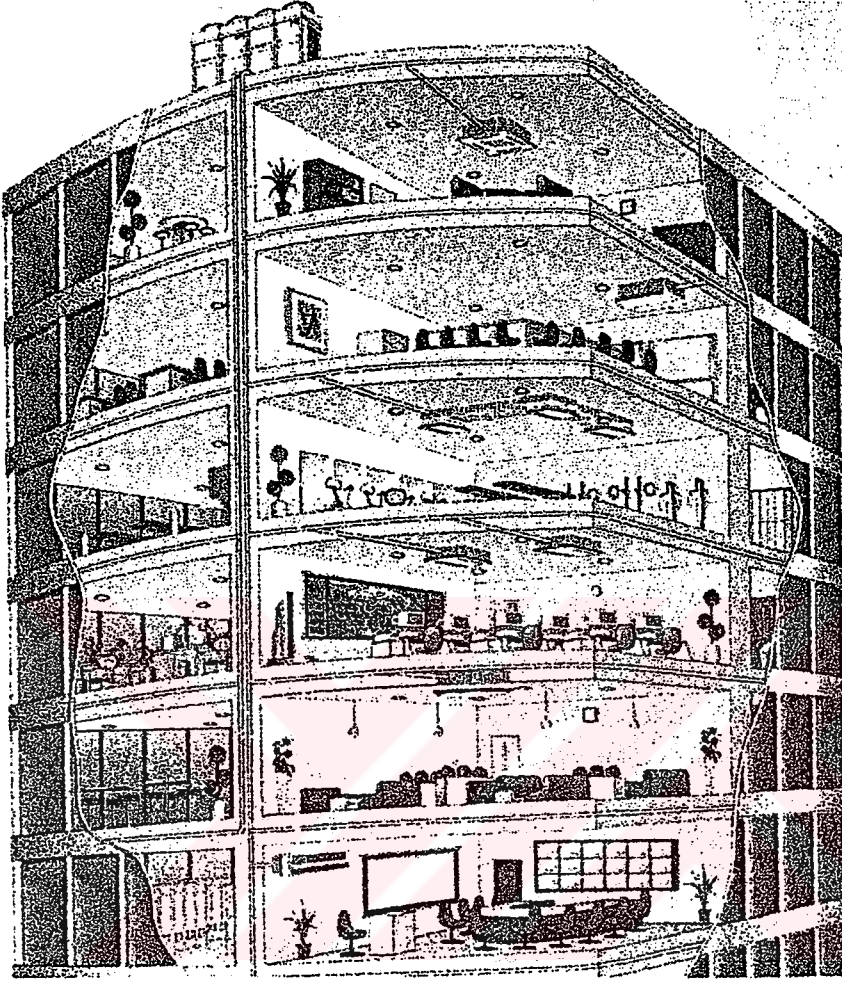
öngörülmesi gerekli olmaksızın sürekli olarak sıcak ve soğuk su debileriyle beslenebilirler.



3. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ MERKEZİ KLİMA SİSTEMLERİ (Variable Refrigerant Volume)

Her geçen gün daha da çok artan konfor isteği zamanla teknolojideki gelişmeleri de körüklemekte ve bu alanda oluşan her gelişme daha da çabuk gündelik yaşamımıza girmektedir. Yaşamımızdaki ve iş hayatımızdaki fonksiyonlar, bununla birlikte de verimlilik artmaktadır. Daha yaratıcı, zekice üretimle, artarak insanın düşüncelerini etkileyen modelleşme daha da önem kazanmaktadır. Özellikle elektronik alanındaki hızlı gelişmeye bağlı olarak bu yüzyılın son çeyreğinde klima sistemleri de hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Bu konuda erişilen en ileri nokta ise VRV (Variable Refrigerant Volume) klima sistemleridir.

VRV klima sistemleri esas itibariyle, evaporatörün mahal içinde, kondenserin de mahal dışında bulunduğu direkt genleşmeli bir soğutma sistemidir. Ancak diğer tip direkt genleşmeli sistemlerden farklı olarak bunlarda bir dış üniteye çok sayıda iç ünite bağlanabilmektedir. Ayrıca dış ünitelerde modüler yapıda olup, çok sayıda dış ünite birbirine bağlanabilir. Bütün bu ünitelerden oluşan sistem, hem ayrı ayrı hem de merkezi olarak kumanda edilebilir. Yine mikroprosesör teknolojisi sayesinde her bir iç ünite ayrı ayrı kullanılma programına göre çalıştırılabilir. Bu özellikleri ile VRV sistemleri modern binalarda yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Çünkü bu tür binalarda, bir alanda aynı anda değişik konfor ihtiyaçları doğabilmektedir. Dolayısıyla gün ve yıl boyunca ısıtma ve soğutma işlemine ihtiyaç duyulabilmektedir. Örneğin bir toplantı salonunda ısı yükü orada bulunan kişi sayısına ve günün saatine bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca, bilgisayar, fotokopi, ve aydınlatma araçları vs. gibi cihazlar nedeniyle de yıllık ısı ihtiyacı artmaktadır. Büyük ve geniş binalarda ısı yükünün yöne bağımlılığı da artmaktadır. Özellikle mevsim değişimlerinin yaşandığı günlerde aynı binanın kuzeye bakan bölümlerinde soğutma gerekmezken, hatta akşam saatlerinde ısıtma gerekirken, güneye bakan cephede soğutma ihtiyacı ortaya çıkabilir. Bu gibi problemlerin çözümü için son bir kaç yıla kadar daha çok yukarıda bahsedilen sistemler kullanıla gelmiştir.



Şekil-3.1 VRV Klima Sistemi

Klima sistemlerinin sınıflandırılmasında, VRV klima sisteminin yeri çok net olarak belirtilmemiştir. Çünkü VRV klima sistemi, soğutucu akışkanın iç üniteye direkt genişmesi ve her bir mahaldeki iç ünitenin diğerlerinden bağımsız olarak çalıştırılabilmesi bakımından; bağımsız soğutucu akışkanlı sistemler olarak değerlendirilebileceği gibi, aynı dış üniteye çok sayıda iç ünite bağlantısına imkan vermesi bakımından merkezi sistem içerisinde bir alt grup olarak da değerlendirilebilir.

3.1 VRV Klima Sisteminin Kısımları :

Bir VRV klima sistemi genel olarak şu bölümlerden oluşur:

- a- Dış Ünite
- b- İç Ünite
- c- Soğutucu Akışkan Boruları ve Fittingsler
- d- Kontrol Sistemi

a- Dış Ünite:

VRV klima sisteminde dış ünite, içerisinde iki kompresör ve iki ısı değiştirgeci bulunan bir cihazdır. Bu kompresörlerden biri normal, sabit devirli diğeri ise frekans kontrollü olarak, değişken devirli (inverter) türdendir. Küçük güçlü dış ünitelerde yalnız bir tane inverter kompresör bulunabilmektedir. Sistemden istenen soğutma yüküne bağlı olarak önce inverter kompresör devreye girer. İnverter kompresörün kapasitesi sistemin ihtiyacını karşılayamayacak hale geldiğinde (yani inverter kompresör maksimum kapasiteye ulaştığında), normal kompresör tam güçle devreye girer, ihtiyacın geri kalan kısmını inverter kompresör karşılar. Dış ünite içerisindeki ısı değiştirgeçleri, yalnız soğutma yapan tiplerde kondenser görevi görürken, heat recovery (ısı geri kazanımlı) sistemlerde ise, bu dış üniteye bağlı iç ünitelerin hangi modda (ısıtma/soğutma) çalıştırıldığına bağlıdır. Isı değiştirgeçleri; bütün iç üniteler soğutma modunda çalıştırılıyorsa kondenser, ısıtma modunda çalıştırılıyorsa evaporatör görevi yaparlar. İç ünitelerden bir kısmı soğutma geri kalanlar ise ısıtma modunda çalıştırılıyorsa, bu durumda kontrol sistemi uygun olan en iyi kombinasyonu seçerek ısı değiştirgeçlerinin ne işlem yapacağını tespit eder. İç ünitelerin hem ısıtma hem de soğutma modunda aynı anda çalıştırılabilmesi ancak heat-recovery=ısı geri kazanma özelliği olan VRV klima sistemleri için geçerlidir.

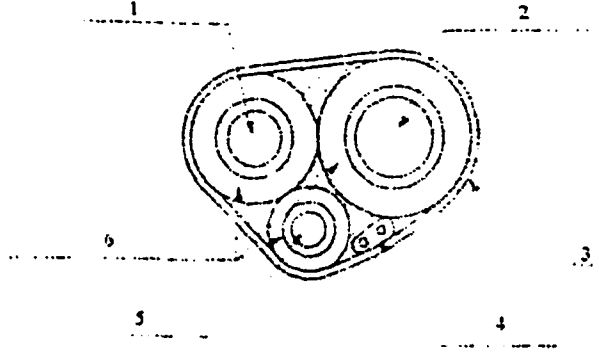
arasında değişmektedir. Ayrıca iç ünitelerden odaya çıkan hava bir filtreden geçmek zorundadır. Genellikle 1800 saat veya 2500 saat çalışma ömrüne sahip filtreler kullanılmaktadır.

İç üniteler, kullanıcı isteğine ve monte edilecek hacmin özelliğine göre çok çeşitli tip ve kapasitede üretilirler. Kapasiteleri 2000, 2500, 3200, 4000, 5000, 6300, 8000, 10000, 12500, 20000, ve 25000 kcal/h şeklindedir. Bu sayede hesaplanan ısı yüküne en yakın değerde iç ünite seçmek mümkün olabilmektedir. İç üniteler, mahal içinde yerleştirildikleri yere göre değişik tiplerde imal edilmektedir. Bu tipler şunlardır;

- Tavana takılan iki yönde hava üfleyen, kaset tipi,
- Tavana takılan dört yönde hava üfleyen, kaset tipi,
- Tavana takılan kaset köşe tipi,
- Tavana takılan gömme tipi,
- Tavana takılan kanal tipi,
- Tavana takılan kanal tipi,
- Duvar tipi,
- Döşeme tipi,
- Gizli döşeme tipi

c- Soğutucu Akışkan Boruları ve Fittingsler

Bütün soğutucu akışkan devrelerinde deokside edilmiş fosforlu dikişsiz bakır boruları kullanılır. Gaz boruları ısı kaybına karşı izole edilmelidir. Eğer hava şartlandırıcının, 0° ile 10 °C arasında soğutma modunda çalıştırılacağı öngörülürse bu durumda sıvı hattının da izole edilmesi gerekmektedir. VRV klima sistemi üretici firmaları aynı zamanda kendi cihazlarının bağlantılarında kullanılmak üzere ürettikleri boru ve kablo bağlantıları da bulunmaktadır. Bu gruplar içinde sıvı borusu, gaz borusu ve elektrik kabloları tek bir koruyucu kılıf içerisinde bulunurlar.



- 1- Dönüş Gaz Hattı
- 2- Emiş Gaz Hattı
- 3- Koruyucu Bant

- 4- İç Ünite Transmisyon Kablosu
- 5- Likit Hattı
- 6- Termal İzolasyon Maddesi

Şekil-3.3 Prefabrik boru grubu+elektrik hattı

Bu prefabrik grubun kullanılmasıyla montaj için gerekli süreden tasarruf edilmiş olunur. Burada izolasyon malzemesi olarak en az 10 mm kalınlığında cam elyaf ya da polietilen köpük kullanılır. Şekil -3.3 dekine benzer olarak ısı geri kazanımlı sistemler için üç borulu prefabrik gruplar da vardır. Boru hattında oluşan basınç kaybı nedeniyle kapasite düşmesini en aza indirmek için firmaların tavsiye ettiği boru çapları ve fittingsler kullanılmalıdır. Bu fittingsler; L parçası (özel dirsek), REFNET joint (soğutucu akışkan çatalı) ve REFNET header (soğutucu akışkan başlığı).

REFNET joint olarak adlandırılan parça, bir borunun ikiye ayrıldığı yada borunun birleştiği, özel olarak üretilmiş bir parçadır (Şekil 3.4a) REFNET header ise bir borudan birkaç kola ayrılmaya veya birkaç koldan gelen akışkanın tek boruda toplanmasına imkan veren bir parçadır. (Şekil 3.4b) REFNET headerlar 4,6 ve 8 çıkışlı olarak imal edilmektedir.



Şekil 3.4 a-b VRV Klima Sistemlerinde boru bağlantı elemanları

d- Kontrol Sistemi

Elektronik ve özellikle bilgisayar alanındaki gelişmeler, klima sistemlerindeki son derece karmaşık kontrol problemlerinin çözülebilmesini mümkün kılmıştır. VRV klima sistemlerinde kontrolden anlaşılması gereken iki ana başlık altında toplayabiliriz.

- 1) Dış ve iç ünitelerde fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi ve kontrolü ve
- 2) Son kullanıcının, sistemi istediği şekilde çalıştırabilmesine imkan verecek kontrol donanımı (uzaktan kumanda) ve merkezi kontrol için gerekli donanım

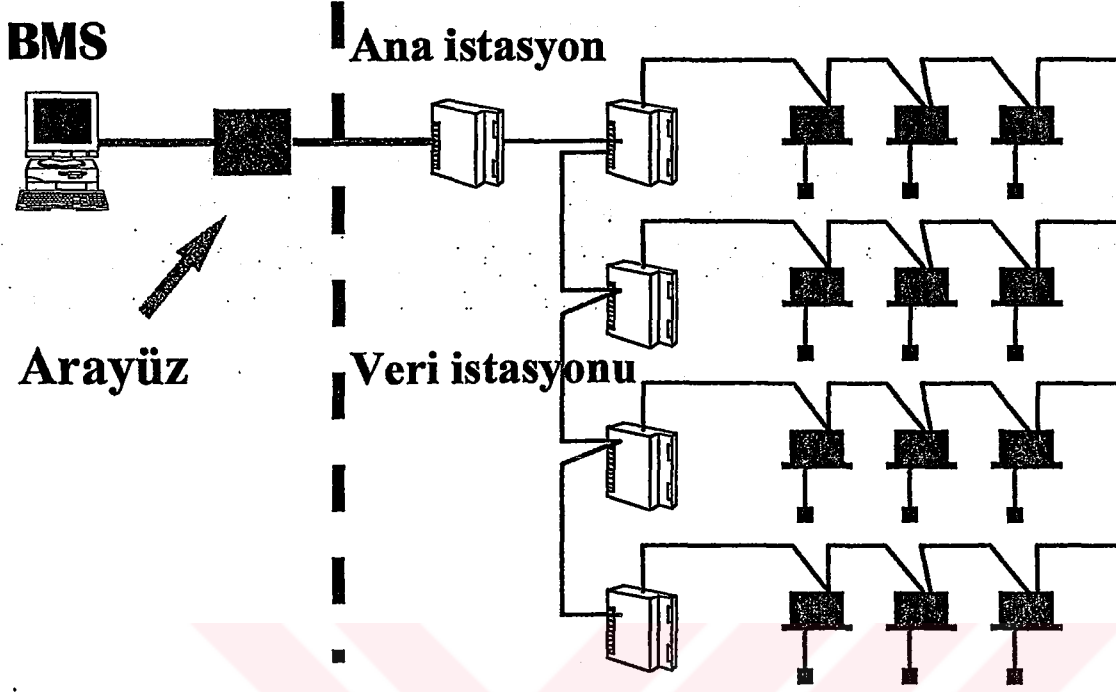
Dış ünite içerisinde yüksek ve alçak basınç sensörleri, iç ünitelerde emiş havası termistörü, sıvı hattı termistörü ve gaz hattı termistörü bulunmaktadır. Elektronik genişleme valfi, ısı yüküne (oda sıcaklığında) bağlı olarak, yeteri kadar soğutucu akışkanın kısılarak iç üniteye geçişine izin verilir. Uygulanan PID kontrol sayesinde oda sıcaklığı $\pm 0.5^{\circ} \text{C}$ hassasiyetinde kontrol altında tutulabilir. Son kullanıcı oda içinde bulunan kablolu veya kablosuz bir uzaktan kumanda ile cihazın hangi modda (ısıtma/soğutma) çalışacağını oda sıcaklığının, fan hızını, hava üfleme yönünü tayin edebilir ve ayrıca cihazın çalışma saatlerini programlayabilir. Mahalde bulunan kumanda cihazlarında ayrıca servis işlerini kolaylaştıracak hata kodlarını okuma özellikleri de bulunmaktadır.

VRV klima sistemlerinde ölçülen fiziksel büyüklüklerin değerlendirilmesi ve uygun kontrol işleminin PC board (bilgisayar kartı) ile sağlanmaktadır. Bu kart üzerinde

önceden yüklenmiş olan bir bilgisayar programı sürekli olarak çalıştırılmaktadır. Bu kart üzerinde bulunan anahtarlar ile de sistemin başlangıç ayarları vs. yapılabilir. VRV klima sistemleri hem küçük hem de büyük ölçekli binalarda kullanımı mümkün olan sistemlerdir. Tek bir dış ünite ve ona bağlı birkaç iç ünitelerden oluşan bir sistem olabileceği gibi, çok sayıda dış ünite ve onlara bağlı iç ünitelerden oluşan bir sistem kurmakta mümkündür. Her iki durumda da bütün sistem aynı merkezden beraberce kontrol edilebilir. Ayrıca VRV klima sistemleri önerilen ara birimleri kullanılarak, akıllı bina olarak adlandırılan Building Management System (BMS) yani Bina Yönetim Sistemi bilgisayar paket programları ile yönetilen binalarda kullanılan bilgisayarlara doğrudan bağlanabilme özelliklerine sahiptirler. Uygulamada bulunan ve VRV klima sistemlerinin de bağlanabileceği BMS'ler aşağıda verilmiştir.

Tablo-3.2 VRV ile uyumlu BMS'ler

BMS'nin Adı	Üreticisi
System 6000	LANDIS & GYR
Butics-EX/II	NEC
MS2000	Steafa Control
Savic-Net	Yamatake Honeywell
METASYS	Yokogawa Johnson Controls



Şekil 3.5 BMS Sistemi

3.2 VRV KLİMA SİSTEMLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

VRV klima sistemlerinin genel özellikleri aşağıdaki beş grupta toplanabilir.

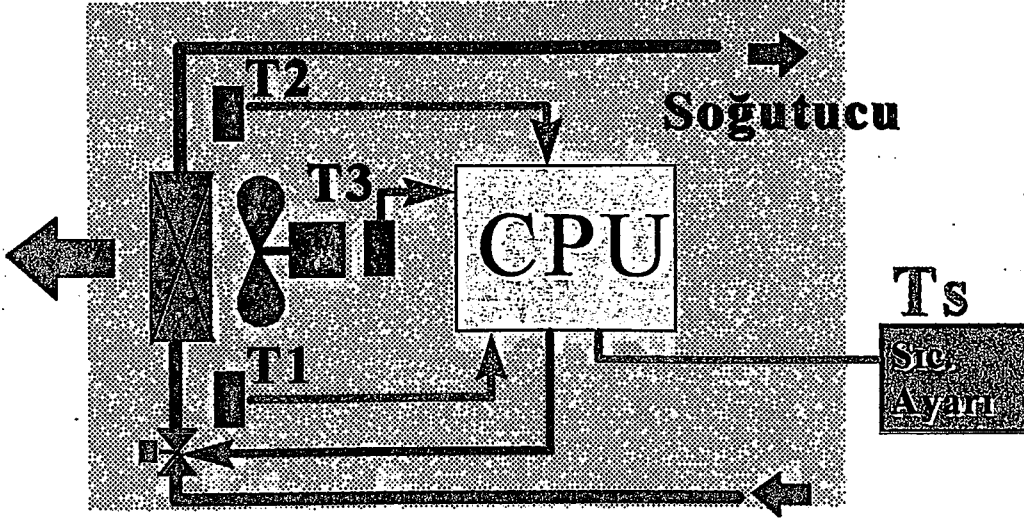
1) Kapasite Kontrolü

VRV dış ünitesine maksimum 16 iç ünite bağlanabilir. Her bir iç ünite bağımsız kontrol edilebilir. Çok değişkenli PID (Proportional Integral Differential/Oransal Integral Türevsel) kontrol sistemi kurulabilir. Bu sistemde hem küçük hem de geniş alanlarda kesin kontrolü sağlamak için kontrol adımlarının küçültmek amacı ile soğutucu basınç sensörleri kullanılarak inverter ve ON/OFF kontrol kompresörlerine ek kontrol sağlanır. Şimdi bu kontrollerin nasıl olduğunu inceleyelim.

Bilindiği gibi su soğutma grubu, kazan, fan-coil ve klima santralı sisteminde sabit sıcaklıktaki su (soğuk ve sıcak) gruptan fan-coil ile klima santralı bataryalarına

gönderilir. Suyun sıcaklığı soğutma grubu ve kazan tarafından sabit tutulur. VRV klima sistemlerinde de aynı prensip vardır. VRV klima sistem dış ünitesi sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklığında iç ünitelere akışkan gönderilir. Dış ünite akışkanın kondenzasyon ve evaporasyon sıcaklıklarının sabit tutacak bir kapasitede çalışır. Sulu sistemlerden farklı olarak VRV iç üniteleri bağımsız çalışma olanağına ve yüksek kapasite kontrol hassasiyetine sahiptir.

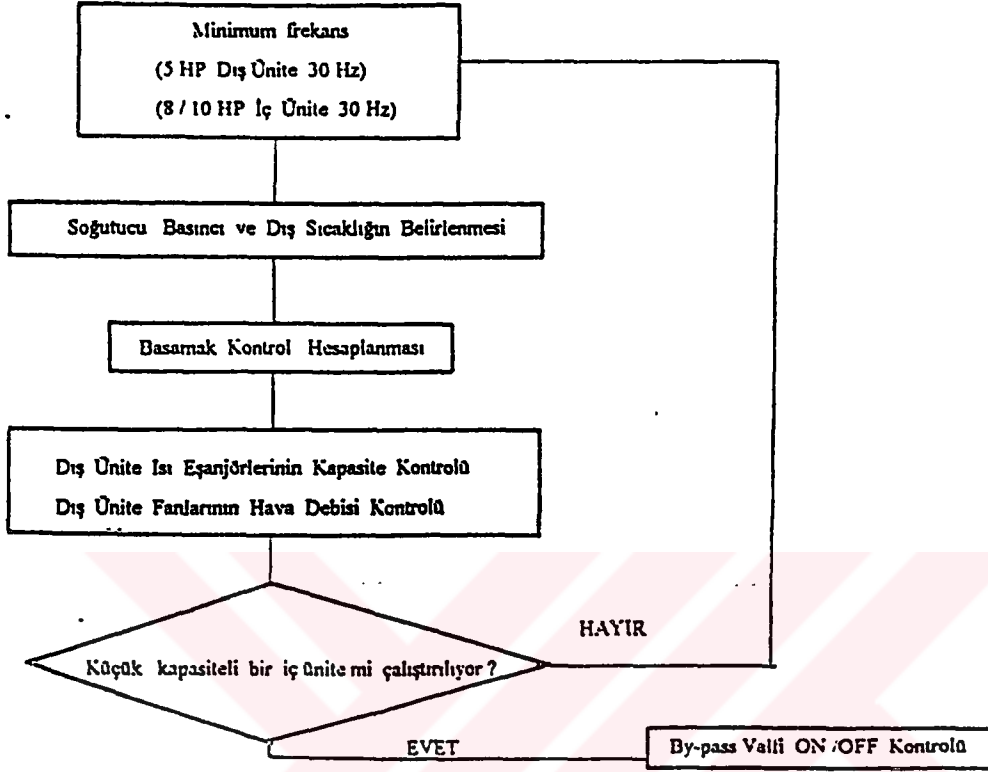
VRV klima sistemindeki iç ünite ve dış ünitenin yapısının ve soğutma operasyonu esnasındaki kapasite kontrol prosesi şöyledir: VRV iç üniteleri bir fan , bir serpantin, üç tane termistör, oransal vana ve bir mikroprosesörden ibarettir. Dış ünite ise , fan, serpantin, termistörler, mikroprosesör, kapasiteyi kontrol edebilen ve değişen yüklere göre hemen harekete geçebilen inverter kompresör ve oransal vana ile donatılmıştır. İç üniteye üç adet termistörden, T1 ve T2 termistörleri akışkan sıcaklığını, girişte T1 ve çıkışta T2 sürekli olarak ölçer, T3 termistörü de hava dönüş sıcaklığını ölçer ve mikroprosesöre gönderir. Mikroprosesör bu bilgileri irdeler, olması gereken hava dönüş sıcaklığı ile mukayese ederek aradaki sıcaklık farkına göre oda sıcaklığının arttığına veya azaldığına karar verir. Mikroprosesör T1 ve T2 termistörleri arasındaki sıcaklık farkını hesap ederek dönüş hava sıcaklık farkı oranında istenilen akışkan debisini hesap eder. Buna göre, oransal vanayı ihtiyaca uygun olarak açarak optimum akışkan debisini temin eder. Dış ünite de bu şartlara göre sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıklarını temin eder.



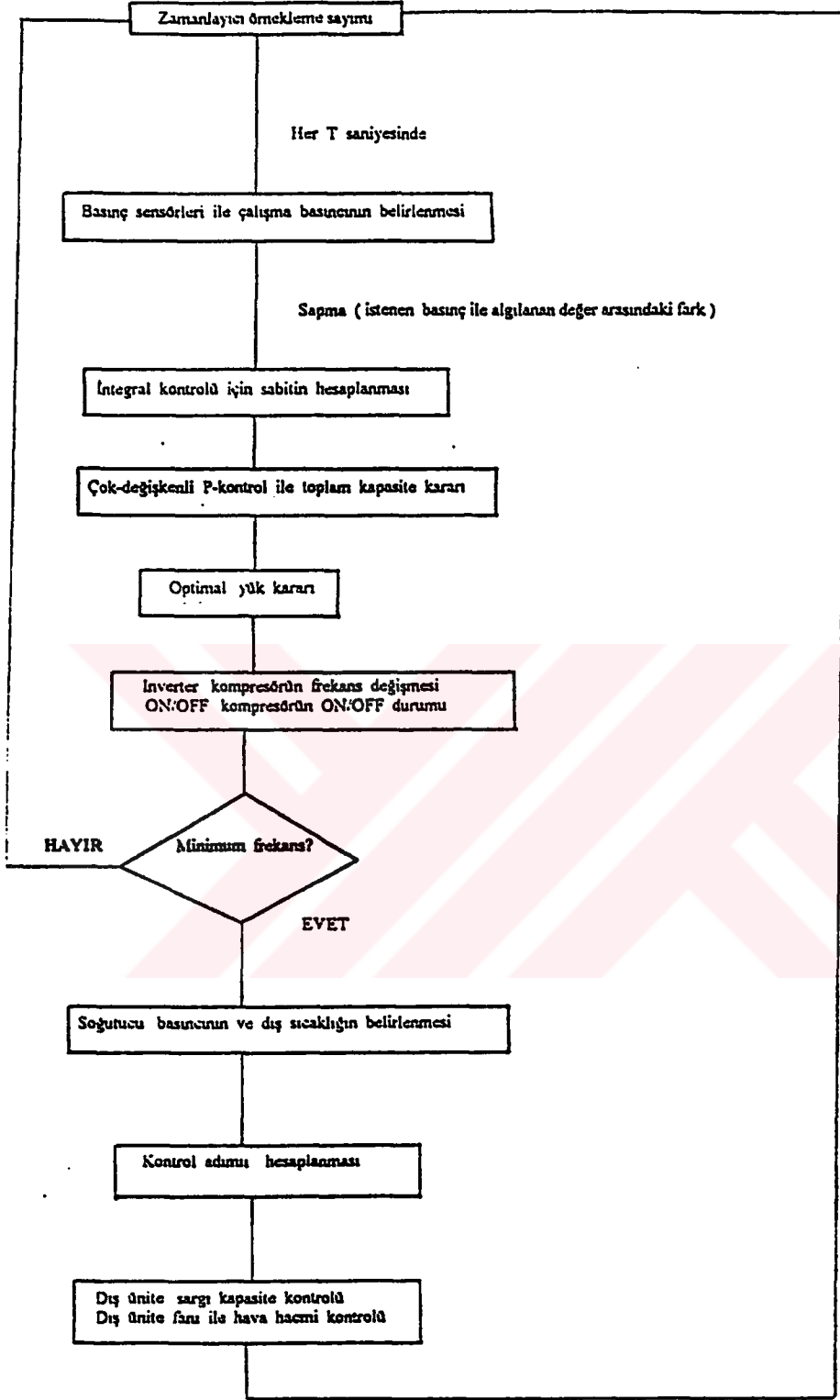
Şekil 3.6 VRV PID Kapasite kontrolü

Dış üniteler 5, 8 ve 10 HP güçlerinde olmak üzere üç farklı kapasitededir. 5 HP'lik dış ünite tek bir inverter kompresör ile farklı kapasitelerle çalışır. 5 HP'lik dış ünite 30 Hz ile 16 Hz arasında 13 kademede minimum %26 kompresör kapasitesinde çalışabilir. 8 ve 10 HP'lik dış üniteler bir kompresör inverter, bir kompresör Unloader olmak üzere iki kompresörlüdür. Bu iki kompresörün birlikte çalışması ile 20 kademede farklı kapasitede çalışabilir. 8 HP'de minimum %18 kompresör kapasitesinde, 10 HP' de minimum %15 kompresör kapasitesinde çalışır.

Dış ünite ısı değiştirgeçleri için kapasite kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi ile minimum 0.8 HP maksimum 10 HP gücündeki iç ünitelerin bağımsız kontrolü yapılabilmektedir. Küçük kapasitedeki iç ünitelerin çalışması durumunda By-pass valfi kontrol edilerek (ON/OFF), 5 HP'lik dış ünite için minimum %16' da ve 8,10 HP dış üniteler için %8 (0.9 HP'lik iç ünite çalışırken) kapasite kontrolü yapılır



Şekil 3.7 Küçük kapasiteli iç ünitelerin kontrolü

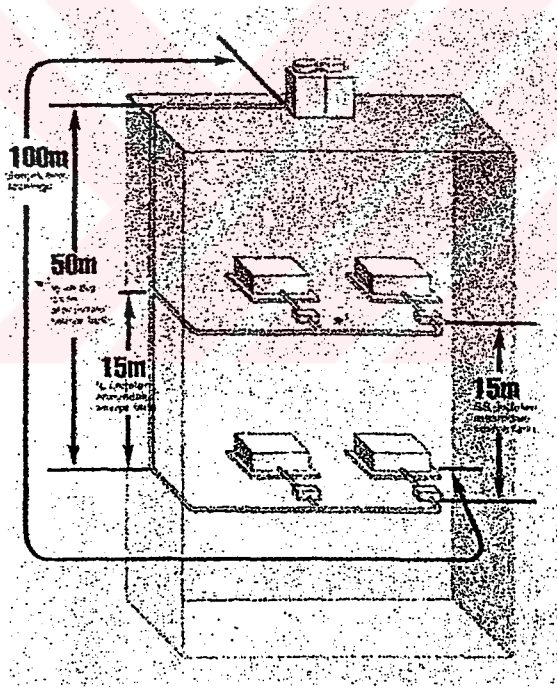


Şekil 3.8 Kontrol Sistemi akış şeması

Sistemin bu kadar mükemmel ve hassas kontrol ediliyor olması, yıl boyu klimatizasyon enerji sarfiyatında yüksek tasarruf sağlamaktadır.

2) Uzun Soğutucu Akışkan Borulaması

VRV klima sistemde yüksek teknoloji, gelişmiş kontrol sayesinde maksimum 100m'lik akışkan borulaması yapılabilmektedir. Geleneksel DX sistemlerdeki 30 ve 50'lik maksimum borulama uzunluklarına göre VRV klima sistem iki uzunlukta borulama yapılmasından imkan verir. Aşağıdaki diyagramda VRV klima sisteminin akışkan borulama sınırları görülmektedir.

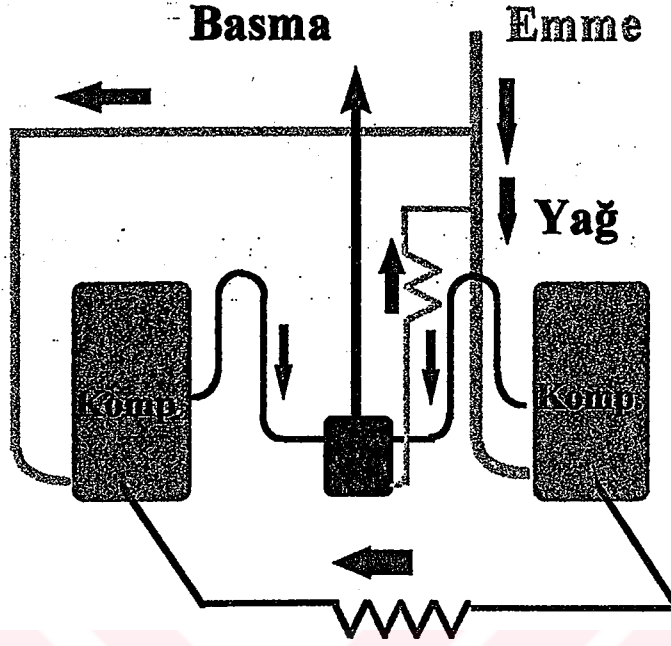


Şekil 3.9 VRV Klima sisteminin akışkan borulama sınırları

İç ve dış üniteler 50 m'lik bir yükseklik farkında maksimum 100 m'lik borulama uzunluğuna sahiptir. Bir sistemdeki iç üniteler arasındaki maksimum yükseklik farkı 15 m dir ve ilk branşmandan itibaren son iç üniteye kadar borulama uzunluğu maksimum 40m'dir. Bilindiği üzere geleneksel sistemlerde borulama uzunluklarında

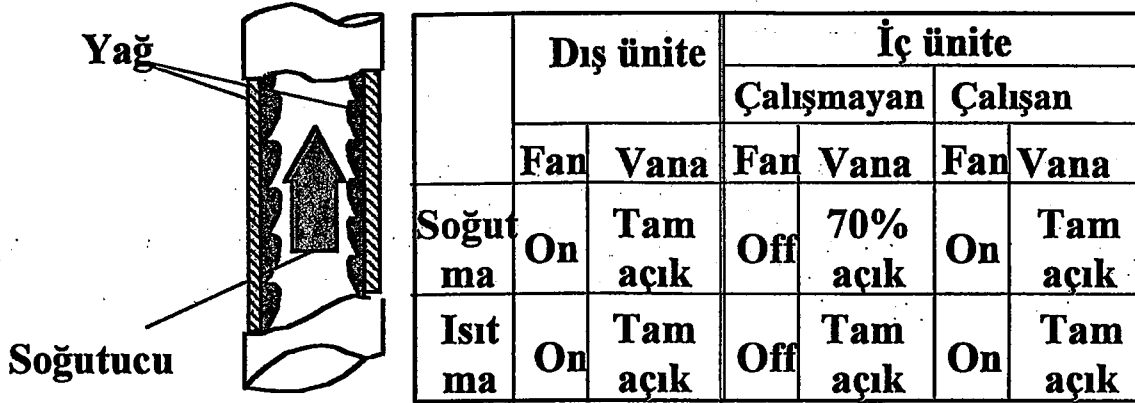
çeşitli problemler olması nedeni ile bu kadar uzun borulamalar yapılamamaktadır. Uzun borulama, akışkan (Likit) geri dönüşü ve yağ yetersizliğine neden olur. VRV klima sistem, soğutucu yağını kullanmak için yağ kontrol sistemi ve soğutucu akış stabilizasyon mekanizmasını içeren otomatik kapasite dengeleme devreleri PID kontrol sistemi ile donatılmıştır. Bu sistemler soğutucu yağının hacmini yöneterek yükselmesini yada borularda birikmesini ve aynı sistemdeki iç üniteler arası seviye farkının neden olduğu hacimsel soğutucu akışkan azalmasını ve likit dönüşümünü önler. Bu yeni sistemler her soğutucu boru devresinde maksimum uzunluklara ve seviye farkına imkan tanır. Yüksüz yol almak işlemi sırasında kompresör durduğu zaman, bu süre zarfında akışkan boru içinde kalmaktadır. Kompresör tam yükte çalışmaya başlarsa aşırı miktarda akışkan geri dönüşü sebebiyle kompresörde arıza meydana gelir. Bunu önlemek için VRV klima sistemde her operasyonun ilk bir dakikasında yüksüz yol alma uygulanır. Yani inverter kompresör 30 Hz'lik minimum frekansta ve dış ünite oransal varan %50 açık pozisyonunda çalıştırılır. Bu, akışkan sirkülasyonunu minimize eder ve akışkan geri dönüşü önlenmiş olur. İhtiyaca göre kompresör kademe kademe yükü artırır.

Yağ yetersizliği problemi de yüksek verimli yağ ayırıcılar ve yağ geri dönüş operasyonu ile aşılmıştır. Sistemde her bir kompresör yüksek verimli yağ ayırıcısına sahiptir. (%70 verim) Kompresörü terk eden yağın %70'i kompresör çıkışında akışkandan ayrıştırılır ve kompresöre geri döner. Ancak buna müteakbil yağ ayırıcı verimi gaz akışının yavaşlaması ile düşmektedir. VRV klima sistem sık sık düşük yüklerde çalışmaktadır. Yani daha düşük akışkan hızlarında çalışma olmaktadır. Tek başına yağ ayırıcı ile yağ yetersizliğinin önüne geçilememiş ve yağ geri dönüş sistemi geliştirilmiştir. Yağ gaz borusu içinde asılı kalabilmektedir. Akışkan yüksek hızlarda hareket ederken yağın kompresöre taşıyabilmektedir. Ancak akışkanın hızı düştükçe yağ boru iç yüzeyinde asılı kalmaktadır. VRV yağ geri dönüş sisteminde gaz borusu içine sıvı akışkan gönderilmekte böylece boru iç yüzeylerinde biriken yağ tekrar kompresöre gönderilmektedir. Yağ geri dönüş operasyonu sistemin ilk çalışmasından bir (1) saat sonra devreye girmekte ve her sekiz (8) saatte bir tekrarlanarak devam etmektedir. Yağ geri dönüş işlemi dört (4) dakika sürmektedir.



Şekil 3.10 Yağ geri dönüş sistemi

Soğutma ve ısıtma operasyonu sırasında dış ve iç ünitelerin fan ve oransal vana çalışmalarının kontrolü ile sıvı akışkan tamamen evaporasyon yapmadan ve likit halinde gaz borusu içine gönderilmektedir. Bu işlem esnasında sıvının geri dönüşü ihtimali için şöyle bir önlem alınmıştır. Dış ünite, dizayn şartları doğrultusunda yeterli kapasiteye sahip bir akümülatör vardır. Akümülatöre bağlı kompresör emiş hattı borusu sıcaklığını sürekli kontrol etmektedir. Yağ geri kazanım işlemi başladıktan sonra eğer sıcaklıkta 10°C 'dan daha fazla bir sıcaklık düşüşü gözlenirse yağ geri kazanım işlemi otomatik olarak durdurulur.



Şekil 3.11 Yağ geri dönüş operasyonu

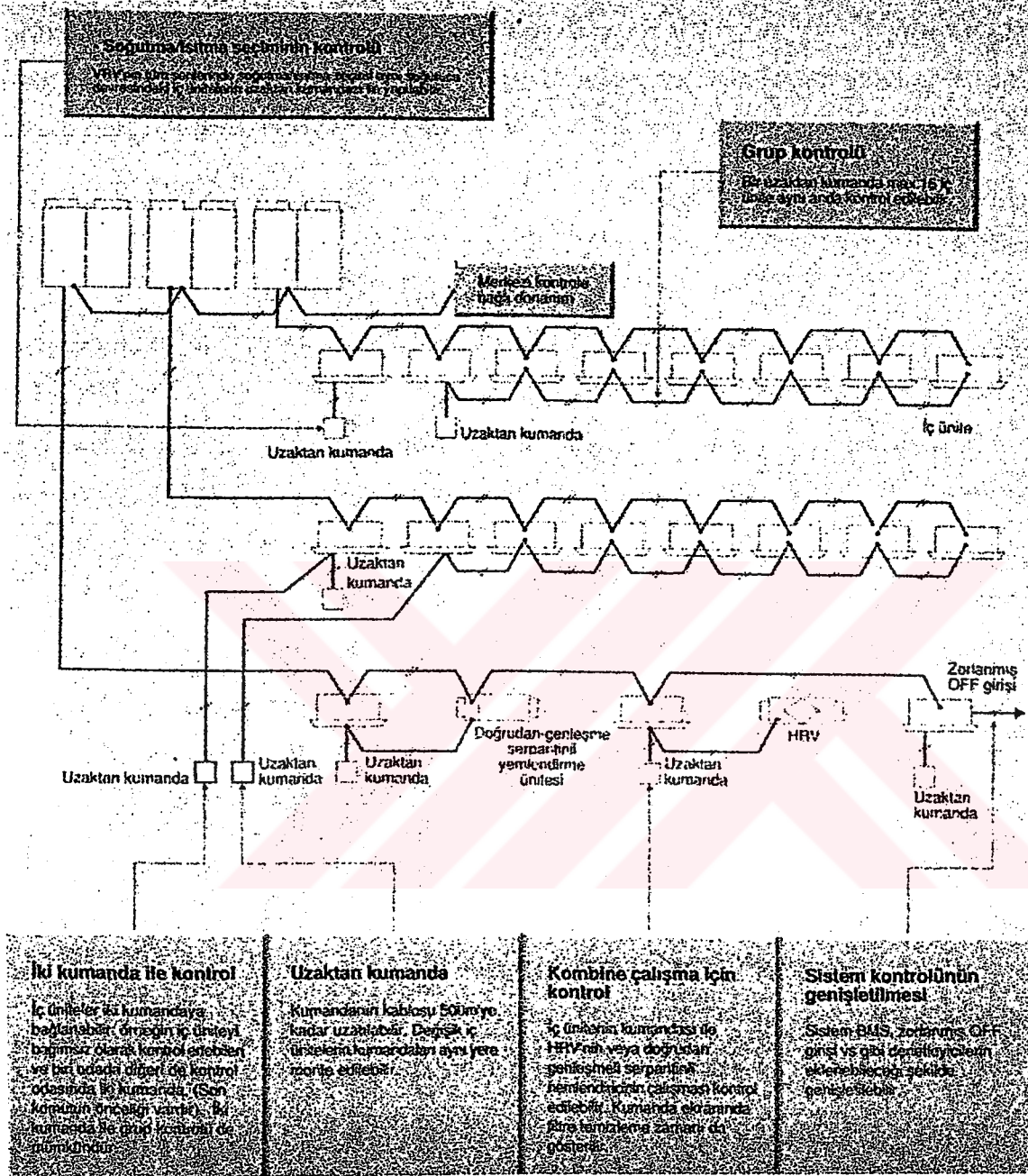
3) Boru ve Branşman, Kollektör Seçiminde Kolaylıklar

Geleneksel direk genişlemenin soğutma sistemlerinde esaslı bir borulama hesabının yapılması kolay değildir. Bu konu belli bir bilgi ve deneyim ister. Hatalı boru seçimi yağ yetersizliğine ve düşük kapasitede çalışmaya neden olur. VRV klima sisteminde projelendirme zamanını azaltmak, projecilere kolaylık sağlamak, karmaşık hesaplardan kurtarmak amacı ile REFNET borulama sistemi geliştirilmiştir. Bu sayede boru ve branşman seçimi çok kolaydır ve hata yapılması önlenmektedir. Dış ünitelerden gelen boru ölçüsü ile karşılaştığı ilk branşman ölçüsü aynı olmaktadır. İç ünite ile branşman arasındaki boru ölçüsü iç ünitenin boru ölçüsü ile aynı olmaktadır. Branşmanlar arası boru ölçüsü de 3' e ayrılmaktadır. Branşmandan sonraki boru ölçüsünün ne olacağını karar vermek için hat üzerindeki iç ünitelerin kapasitesi esas alınır. Her iç ve dış ünitenin model kodu o ünitenin kapasitesinin 100'e bölünmüş değerini ifade eder. Eğer branşmandan sonraki hatta bağlanan iç ünitelerin kapasitesi 100'den (10.000 Kcal/h) küçük ise boru çapları Ø15.9/9.5 mm olacaktır. (Gaz/likit) Kapasite toplamı 100 ile 160 (10.000 Kcal/h-16.000 Kcal/h) arasında ise Ø19.1/9.5 mm, 160'tan (16.000 Kcal/h) büyük ise Ø25.4/12.7 mm boru çapları seçilecektir. Dış ünite tiplerine göre değişmekle birlikte sadece iki tip branşman seçimi yapılır. Aynı şekilde kollektör ile dağıtım yapılacağı durumda da aynı kolaylıklar mevcuttur. Kollektör ile dış ünite arasında dış ünite boru ölçüsü, kollektör ile iç üniteler arası iç ünite boru ölçüsü seçilir. Kollektör

seçimi yapılırken iki tip kollektörden bağlanacak iç ünite toplam kapasitesine göre seçim yapılır. Proje dizaynına ve tasarıma göre kollektör veya branşman seçimleri yapılarak birlikte kullanılabilir. Dikkat edilecek husus, kollektörden sonra tekrar branşman (Joint) kullanılmaması ve hem kollektörden sonra hem de branşmandan sonra 40 m mesafeyi aşmamaktır.

4) Kontrol

VRV klima sisteminde önemli avantajlardan birisi de süper kontrol sistemidir. Geliştirilmiş süper kablolama sistemi sayesinde 2'li sinyal kablosu ile tüm sistem kontrol edilebilmektedir. Her iç üniteye aksesuar olarak temin edilen kablolu uzaktan kontrol paneli veya sinyal alıcı ilavesi ile kablosuz olarak uzaktan bağımsız kontrol imkanı vardır. Şartlara bağlı olarak tek bir merkezi kontrol panelinden 128 iç üniteyi kontrol etme imkanı vardır. Buna bir basılı devre ilave edilerek üniteler bina yönetim bilgisayarına bağlanabilir ve kontrol edilebilir.



Şekil 3.12 Kablolama Sistemi

5) Enerji Tasarrufu

VRV klima sistemi yüksek enerji tasarrufunun sağlanması amacıyla geliştirilmiştir. 1973 yılındaki petrol krizinden sonra, Japon hükümeti enerji koruma yasasını çıkarmıştır. (1979) Yeni yasalara uygun bir klimatizasyon sistemi üzerinde

çalışmalara başlanmış ve üç yıl sonra kendi sınıfının ilk türü olan VRV klima sistemi (1982) geliştirilmiş ve tanıtımına başlanmıştır. Geliştirme anlayışı sadece enerji tasarrufu sağlamakla sınırlı kalmamış, arzu edilen iç ortam koşullarının en ideal şekilde sağlamak kadar, kolay montaj bakım ve servis olanaklarını yaratarak sistemde hacimsel tasarrufu sağlamak olmuştur.

VRV klima sisteminin yüksek enerji tasarrufu sağlamasının başlıca üç nedeni vardır. Birinci neden ; VRV klima sistemi ısı transferi için kullanılan enerji miktarını azaltmıştır. Geleneksel chiller sisteminde ısı taşıyıcı elemen olarak su kullanılırken VRV klima sisteminde direkt soğutucu akışkan kullanılır. 1 kg su yaklaşık 5 Kcal ısı enerjisi taşıır. 1 kg soğutucu akışkan ise 49 Kcal ısı enerjisi taşıır. Görüldüğü üzere 1 kg başına soğutucu akışkanın taşıdığı ısı enerjisi suya göre yaklaşık olarak 10 kere daha fazladır. VRV klima sistem ısıyı taşımak için çok daha az enerji taşıır. İkinci neden; aşırı ısıtma ve soğutmanın önüne geçilmiştir. VRV klima sistemin, inverter kompresör oransal vana ve oldukça hassas kapasite kontrol sağlayan bir mikroprosesör içerdiğini daha önce belirtilmişti. VRV klima sistemdeki komponentler sayesinde operasyonun her kademesinde mahal soğutma yükü değişim karakteristiğine uygun bir çalışma gerçekleştirdiği için aşırı ısıtma ve soğutmanın önüne geçilmiştir. Böylece enerji tasarrufu sağlanmıştır. VRV klima sisteminde kısmi yüklerde yüksek verim aşağıdaki gibi sağlanır. Burada kullanılan verimlilik ifadesi bütün bir sistem için kullanılmış olup sistemdeki herhangi bir ünite için kullanılmamıştır. Bir chiller sistemi çoğunlukla verimli olarak kabul edilir. Bunun nedeni de chillerin kendi verimidir. Bir chillerin tek başına verimi bir VRV dış ünitesinden yüksektir. Ancak böyle bir uygulama yanılıcı olabilir. Kısmi yük şartlarında bir binanın iklimlendirilen tek bir odasını örnek alabiliriz. Söz konusu odanın iklimlendirilmesi için bir chiller sisteminin tüm elemanları; chiller, soğuk su (su soğutmalı ise kondenser), su pompaları ve fan-coil üniteleri çalışmak zorundadır. VRV klima sisteminde, çalışan elemanlar ise iklimlendirilecek odadaki iç ünite ve bağlı olduğu dış ünitedir. Dış ünitenin de hassas kapasite kontrolünü (2.1 kW'lık yükü kontrol edebildiğini) düşününce VRV klima sisteminin enerji tasarrufu sağlayan özelliği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Özellikle büro, ofis olarak kullanılan binalarda, farklı firmaların farklı çalışma saatlerine bağlı olarak, iklimlendirme zamanları da değişmekte, bağımsız çalışması gereken iç ünitelerin önemi de ortaya çıkmaktadır. Böyle binalarda da yukarıdaki örnekte gösterildiği gibi sistemin sadece bir kısmına ihtiyaç duyulacağı durumlar genelde daha fazla olacaktır. Ayrıca çok katlı büyük ofis binalarında VRV klima sistemin hassas zone kontrolünün yapılabilmesine olanak sağlaması da enerji tasarrufuna çok büyük katkı sağlamaktadır.

3.3 VRV KLİMA SİSTEMİNDE SOĞUTMA YÜKÜNE GÖRE CİHAZ SEÇİM PROSEDÜRÜ

a- İç Ünite Seçimi

Verilen iç ve dış sıcaklıklarda iç ünite kapasite tabloları girilir. Yüke göre kapasitesi en yakın ve büyük olan ünite seçilir. Bağımsız iç ünite kapasitesi dış üniteye olan kombinasyonla değişir. Gerçek kapasite dış ünite kapasite tablosu kullanılarak yapılan kombinasyonla sağlanmalıdır.

b- Dış Ünite Seçimi

Mümkün olan kombinasyonlar iç ünite kombinasyon kapasite indeks tablosunda gösterilmiştir. (Tablo-3.3) Genel olarak dış ünitenin yerine, bölge ayarlanmasına ve odaların kullanımına göre seçilebilir.

İç ve dış ünite kombinasyonu ,iç ünite kapasite indeksleri toplamının her dış ünitenin %100 kombinasyon oranındaki kapasite indeksine en yakın ve küçük olacak şekilde belirlenir. Bir dış üniteye 8 iç ünite bağlanabilir. Eğer montaj yeri uygun ise daha geniş bir dış ünite seçilmesi tavsiye edilir. Eğer kombinasyon oranı %100' den büyük ise, iç ünite seçimi her iç ünitenin gerçek (aktüel) kapasitesi kullanılarak tekrarlanmalıdır.

Tablo-3.3 İç Ünite Kombinasyon Toplam Kapasite İndeks Tablosu

Dış Ünite	İç Ünite Kombinasyon Oranı								
	%130	%120	%110	%100	%90	%80	%70	%60	%50
RSXY5K	162,5	162,5	137,5	125	112,5	100	87,5	75	62,5
RSXY8K	260	240	220	200	180	160	140	120	100
RSXY10K	325	300	275	250	225	200	175	150	125

Tablo-3.4 İç Ünite Kapasite İndeksi

İç Ünite	Model 20	Model 25	Model 32	Model 40	Model 50	Model 63	Model 80	Model 100	Model 125	Model 200	Model 250
Kapasite İndeksi	20	25	31,25	40	50	62,5	80	100	125	200	250

c- Gerçek Performans Bilgileri

Dış ünite kapasite tabloları kullanılır. Dış ünite model ve kombinasyon oranına göre doğru tablo belirlenir. Tabloya verilen iç ve dış sıcaklığa göre bakılır ve dış ünite kapasitesi ve güç girişi bulunur. Bağımsız ünite kapasitesi (güç girişi) şöyle hesaplanabilir;

$$ICA = \frac{OCA \times INX}{TNX} \quad (3.1)$$

ICA : Bağımsız iç ünite kapasitesi (giriş gücü)

OCA : Dış ünite kapasitesi (giriş gücü)

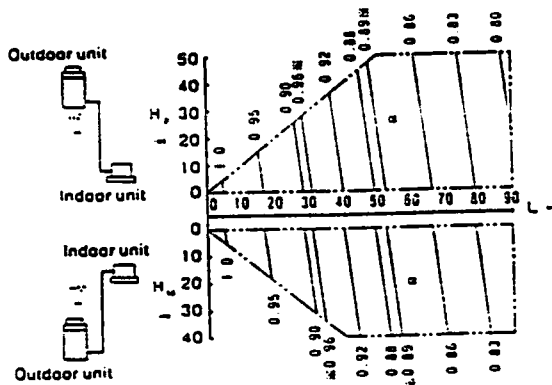
INX : Bağımsız iç ünite kapasite indeksi

TNX : Toplam kapasite indeksi

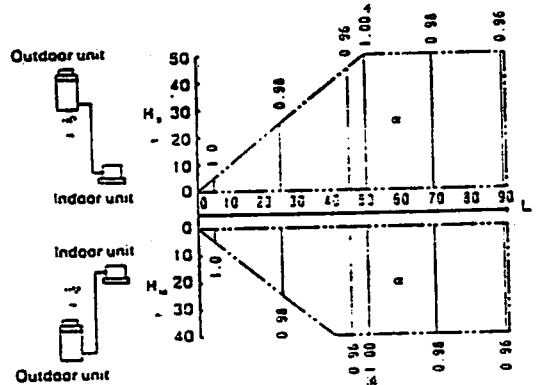
Daha sonra iç ünite kapasitesi borulama uzunluğuna göre düzeltilir.

RSX(Y)SK-10K

Rate of change in cooling capacity



• Rate of change in heating capacity



Şekil-3.13 Borulama Uzunluğuna Göre Kapasite Değişimi

Eğer düzeltilen kapasite yükten az ise, iç ünitenin tipi artırılmalıdır ve aynı işlem tekrarlanmalıdır.

3.3.1 SOĞUTMA YÜKÜNE GÖRE SEÇİM ÖRNEĞİ

1- Verilenler

Dizayn Koşulu;

- Soğutma

İç 20 C YT Dış 33 C KT

- Soğutma Yüğü

Tablo-3.5 Soğutma yüğü

Mahal	Oda A	Oda B	Oda C	Oda D	Oda E	Oda F	Oda G	Oda H
Soğutma Yüğü (kW)	2,9	2,7	2,5	4,3	4	4	3,9	3,2

2- İç Ünite Seçimi

20 C YT iç sıcaklık ve 33 C KT dış sıcaklık için iç ünite kapasite tablosuna bakınız.

Tablo-3.6 İç Ünite kapasite tablosu

Mahal	Oda A	Oda B	Oda C	Oda D	Oda E	Oda F	Oda G	Oda H
Soğutma Yüğü (kW)	2,9	2,7	2,5	4,3	4	4	3,9	3,2
Kapasite (kW)	3	3	3	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8

3- Dış ünite Seçimi

- İç ve dış ünite kombinasyonunun aşağıdaki gibi olduğunu kabul edelim:

Dış Ünite: RSXY 10

İç Üniteler: FXYC 25 x 3 , FXYC 40 x 5

- İç ünite kombinasyon toplam kapasite indeksi

$$25 \times 3 + 40 \times 5 = 275 \text{ (%110)}$$

4- Gerçek Performans Datası (50 Hz)

- Dış ünite soğutma kapasitesi : 27.400 kCal/h (RSXY 10 , %110)

Bağımsız Kapasite:

$$\text{FXYC 25' in kapasitesi} = 27.400 \times \frac{25}{275} = 2940 \text{ kCal / h}$$

$$\text{FXYC 40' in kapasitesi} = 27.400 \times \frac{40}{275} = 3985 \text{ kCal / h}$$

Tablo-3.7 Gerçek kombinasyon kapasitesi:

Mahal	Oda A	Oda B	Oda C	Oda D	Oda E	Oda F	Oda G	Oda H
Soğutma Yüklü (kW)	2,9	2,7	2,5	4,3	4	4	3,9	3,2
Kapasite (kW)	2,88	2,88	2,88	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61

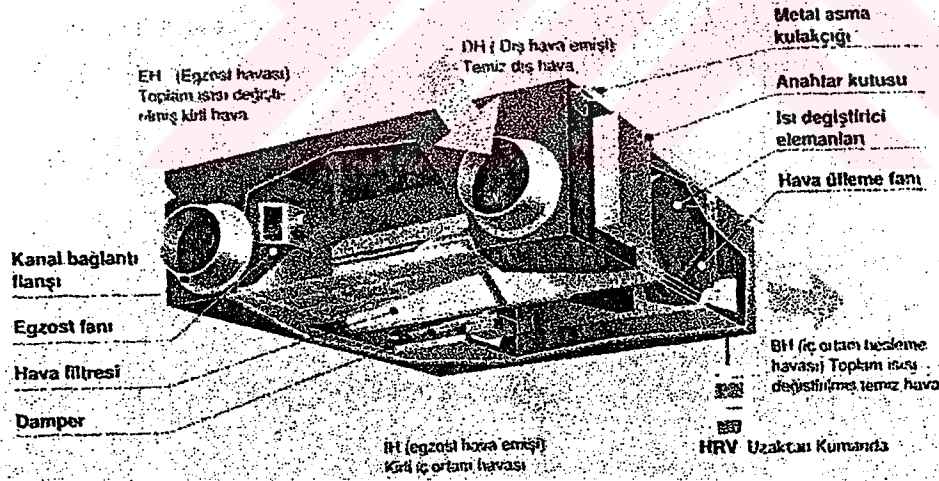
3.4 VRV için Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Üniteleri:

(Heat Reclaim Vantilation =HRV)

Son yıllarda klima sistemlerinde enerji tasarrufunun ve sistem veriminin artırılması ön plana çıkmaktadır. Enerji tasarrufu ve verime ilave olarak uygulama ve işletme

kolaylıkları klima sisteminin en önemli özellikleri haline gelmiştir. bina klima sistemlerinde hızlı bir şekilde merkezi klima sistemlerinin yerine bireysel, bağımsız kontrole olanak veren klima sistemlerinin kullanılmasına doğru hızlı bir geçiş bulunmaktadır. Klima sistemlerinde bu tür cihazların kullanılması durumunda ısıtma ve soğutma bağımsız kontrolle karşılamakla birlikte, bu cihazlar bir kaç istisna ile birlikte iç hava ile çalışan cihazlardır. Binada iç hava kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi düşünüldüğü zaman havalandırma yapılması gündeme gelmektedir. Çünkü çalışma ve yaşama ortamı düşünüldüğü zaman ısıl konforla birlikte iç hava kalitesi de önem kazanmaktadır.

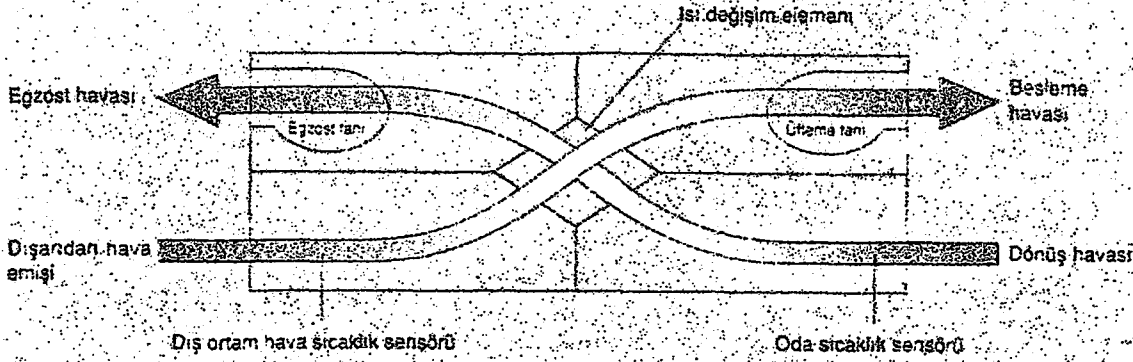
Isı geri kazanımlı havalandırma (HRV) üniteleri, bu tür cihazların kullanıldığı klima sistemlerinde hem lokal olarak havalandırma yapmak hem de dışarıdan alınan havayı iç hava şartlarına yaklaştırarak enerji kaybını geri kazanarak klima yükünü azaltmak amacıyla üretilmiş havalandırma üniteleridir.



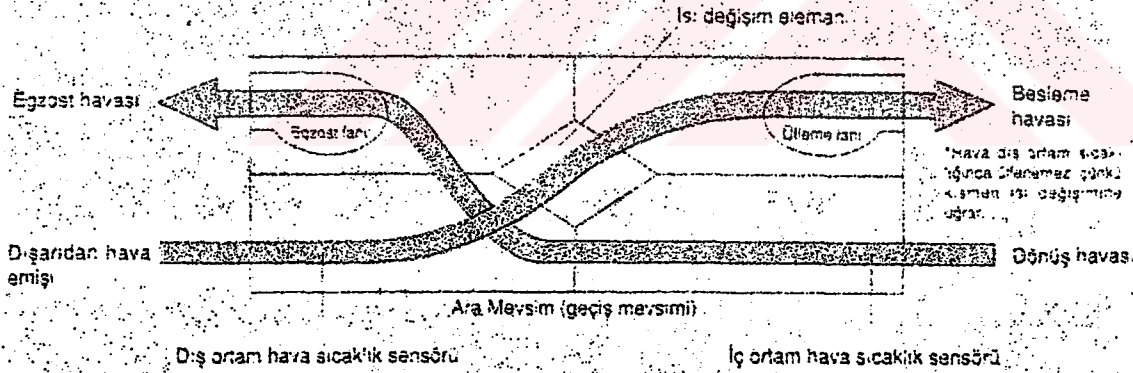
Şekil-3.14 Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Ünitesi

Isı geri kazanımlı havalandırma (HRV) üniteler, kendi kumandaları üzerinden ısıtma, soğutma ve by-pass modunda bağımsız olarak kullanılma özelliklerinin yanı sıra VRV klima sistem cihazları ile birlikte merkezi olarak tek bir kumandadan çalıştırılıp

durdurulma olanağına sahip cihazlar olması, klima sisteminin ve havalandırma ünitesinin birlikte kombine çalışma olanağını sağlamaktadır.



Şekil-3.15 HRV Ünitelerinde Toplam Isı Değişim Konumu
(Yazın Soğutma/Kışım Isıtma)

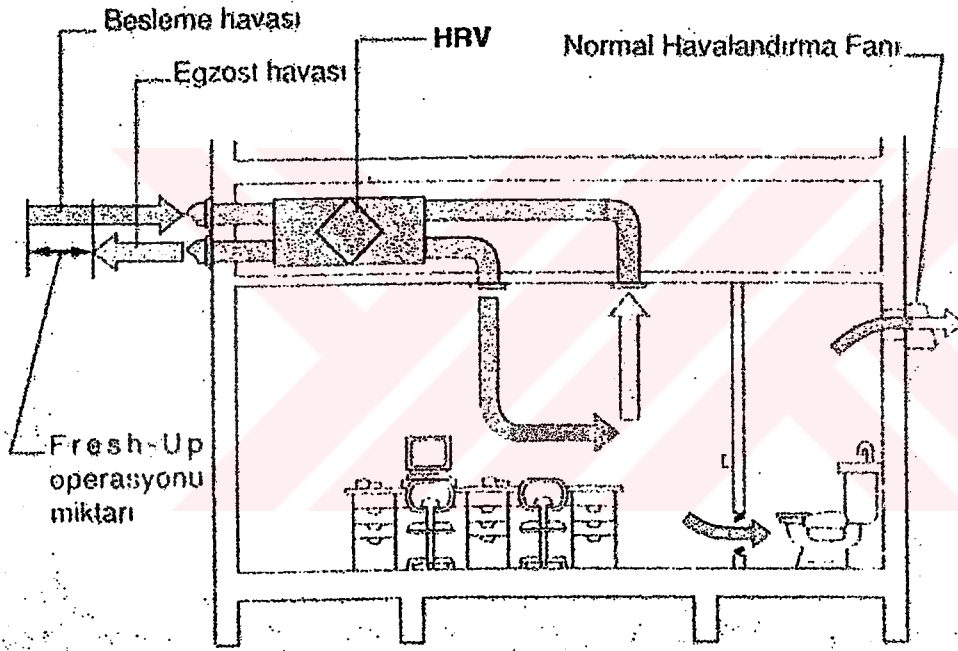


Şekil-3.16 HRV Ünitelerinde Toplam By-Pass Konumu
(Ara Mevsim-Geçiş Mevsimi)

Isı geri kazanımlı havalandırma (HRV) ünitelerinde iç ve dış hava sıcaklığını ölçen sensörler vardır. Bu sensörler vasıtasıyla havalandırma konumu belirlenir. Yüksek/düşük hız konumlarına ek olarak statik basınç hava debisi ve çalışma gürültüsü gibi şartların sağlanması açısından 'çok yüksek' hız konumunda standart özellik olarak cihazda kullanılabilir. İçerisinde geniş çapraz akışlı hava geçişkeni sayesinde basınç

dönüşümünü oldukça azaltan dikdörtgen biçimli bir eleman bulunmaktadır. Bu da ço düşük ses seviyeleri demektir. Üfleme ve egzost havası geçiş yolu birbirine paralel çalışacak şekilde dizayn edildiğinden, kanal bağlantılarında doğabilecek hataların önüne geçilmiş olur. Böylece sistem montajı kolaylaşmış ve tasarım basitleşmiştir.

Üflenilen hava miktarı egzost havasından daha yüksek bir seviyede ayarlanarak tuvalet kokularının, nemin vs. iklimlendirilmiş bölgeye geçmesi engellenir. Bu işlem fresh-up (temizleme) operasyonu adı verilir.

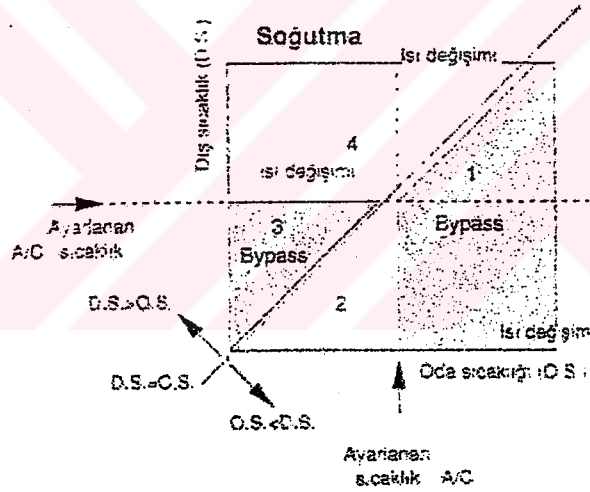


Şekil-3.17 HRV Ünitelerinde Fresh-Up (Temizleme) Konumu

Aşağıda bir klima ile birleşme örneği verilmiştir.

• Soğutma durumunda:

1. Bölge :By-pass konumunda serbest soğutma (dış hava ile soğutma)*
2. Bölge : Isı değişimi konumuyla oda sıcaklığını ayarlayan sıcaklığa çevirme
3. Bölge : By-pass konumuyla oda sıcaklığını ayarlayan sıcaklığa çevirme
4. Bölge : Isı değişimi konumunda iç havayla üflenen taze havanın soğutulması

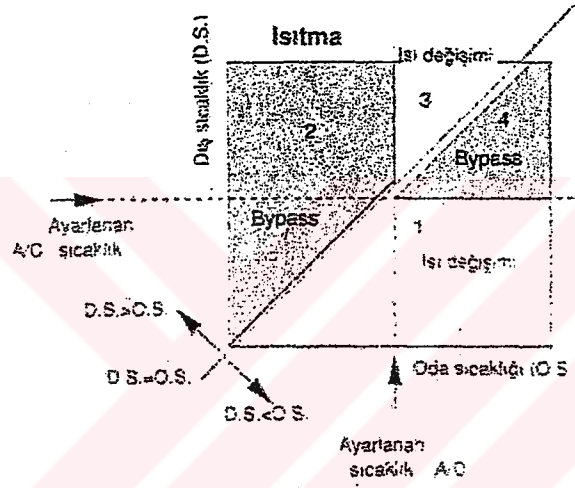


* Hava dış ortam sıcaklığında üflenemez, kısmen ısı değişimine uğrar.

Şekil-3.18 HRV Ünitelerinin Soğutma Durumunda Klima ile Birleşme Örneği

• Isıtma durumunda:

1. Bölge : Isı değişimi konumunda iç havayla üflenen taze havanın ısıtılması (enerji tasarrufu)
2. Bölge : By-pass konumunda serbest ısıtma (dış hava ile ısıtma)*
3. Bölge : Isı değişim konumuyla oda sıcaklığını ayarlayan sıcaklığa çevirme
4. Bölge : By-pass konumunda oda sıcaklığını ayarlayan sıcaklığa çevirme

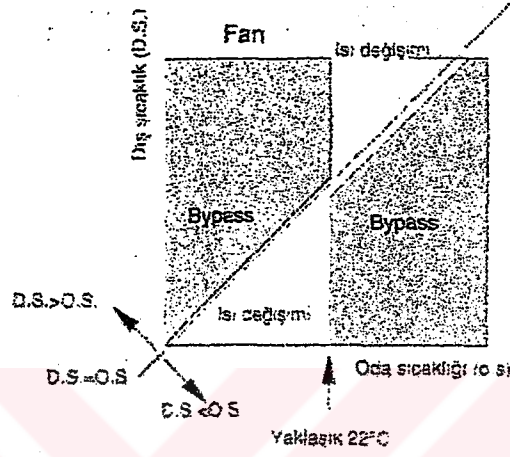


* Hava dış ortam sıcaklığında üflenemez, kısmen ısı değişimine uğrar.

Şekil-3.19 HRV Ünitelerinin Isıtma Durumunda Klima ile Birleşme Örneği

- Sadece fan çalışması durumunda

Havalandırma konumu sıcaklık sensörlü HRV ile belirlenir.



Şekil-3.20 HRV Ünitelerinin Sadece Fan Çalışması Durumunda
Klima ile Birleşme Örneği

4. KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINDA UYGULANAN KRİTERLER

Sistem alternatiflerinin seçimindeki en önemli ve temel husus tüm alternatif sistemlerin projelendirme için öngörülen konfor şartlarını sağlıyor olmasıdır. Bu temel şartın dışında sistem alternatifleri arasında bir tercih yapabilmek için göz önüne alınması gereken kriterler aşağıdaki gibidir:

- Tesis Maliyeti
- İşletme Maliyeti
- Tamir Bakım ve İşletme Kolaylığı
- Ünite İşletme Giderlerinin Kolayca Ölçülebilmesi
- Mimari Etkiler
- Arıza Halinde Yedekleme Olanağı
- Fleksibilite
- Güvenirlilik
- Sistem Ömrü
- Çevresel Etkiler
- Sistem Performansı
 - Sıcaklık
 - Nem
 - Ses Seviyesi
 - İç Hava Kalitesi
 - Enerji Tüketimi
 - Çalışma Saatleri Dahilindeki ve Haricindeki Sistem Performansı

Bu ana kriterlerin dışında sistem alternatiflerinin tayini ve seçiminde binanın işletme şartları ve mekanik sistemlerden özel beklentiler önemli rol oynar. Çeşitli binalar için düşünülmesi gereken faktörler aşağıda verilmiştir.

4.1 ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ KLİMA SİSTEMLERİ

a- Genel

Modern alışveriş merkezleri gerek işletme fonksiyonları, işletme ve kiralama politikası açısından ve gerekse hijyenik şartlar ve yangın emniyeti (duman kontrolü) açılarından birbirinden bağımsız çalışması gereken bölümlerden oluşmaktadır. Her bölümün çalışma şartları, insan yoğunluğu, aydınlatma ve havalandırma şartları birbirinden farklı olduğundan klima ve havalandırma sistemlerinden beklentileri de farklıdır. Mekanik sistemlerin seçiminde ve tasarımında her bölümdeki bu farklı gereksinim ve fonksiyonları göz önüne almak gerekir.

Bu anlamda alışveriş merkezlerindeki klima ve havalandırma sistemlerinin birbirinden bağımsız çalışması ve kontrol edilmesi gereken bölümler aşağıdaki şekilde tespit edilmiştir.:

- Büyük Mağaza ve Marketler
- Sinemalar
- Food Court ve Fast Food Dükkanları Bölümü
- Restoranlar
- Satış Birimleri
- Dinlenme ve Eğlenme Amaçlı Alanlar
- Yürüme Mahalleri (Mall)ve Diğer Ortak Alanlar

Mekanik sistemlerin ilk yatırımının bina sahibi tarafından yapılacağı Mall, ortak alanlar, promosyonel alanlar,dışında kalan bölümlerin çeşitli firmalara ve/veya kişilere kiraya verilebileceği göz önüne alındığında, klima ve havalandırma sistemleri açısından ilk aşamada şu sorular ortaya çıkmaktadır:

1. Kiraya verilecek mahallerin klima ve havalandırma sistemlerinin ilk yatırımı ne kadarı bina sahibi tarafından ne kadarı kiracı firma veya kişi tarafından yapılacaktır?
2. Kiraya verilecek mahallerdeki mekanik sistemlerin enerji ve işletme giderleri bu mahaller arasında nasıl pay edilecektir?
3. Kiraya verilecek mahalledeki mekanik sistemlerin iç hava kalitesinden, bakım ve işletmesinden kim sorumlu olacak ve bakım masrafları bu mahaller arasında ne şekilde pay edilecektir?
4. Mall ve ortak mahallerin enerji, işletme ve bakım masrafları kiraya verilecek mahaller arasında ne şekilde paylaşılacaktır?

Bu soruların cevapları bina sahibi ile kiracı arasında yapılacak olan kira sözleşmesinde açık ve net olarak yer almalıdır. Ancak pratikte, kira sözleşmelerinde belirtilmesine rağmen, kiracı firmalar tarafından adil olmadığı öne sürülerek, mekanik sistemlerin enerji, işletme ve bakım masraflarının paylaşımı konularında sorunlar yaşanmaktadır. Bu sebepten, alışveriş merkezleri için mekanik sistemlerin seçim ve tasarımında en önemli hususlardan bir tanesi enerji, bakım ve işletme masrafları içinde en büyük payı tutan enerji masraflarının kiraya verilecek mahal bazında kolayca tespit edilebilir olmasıdır.

Yukarıda belirtilen hususlar göz önüne alındığında her bölüm için sistem seçiminde göz önüne alınması gereken kriterler ise şu şekilde sıralanabilir:

- Bina sahibi tarafından klima ve havalandırma sistemleri için ilk yatırım masrafları minimum olmalıdır.
- Bina sahibi ilk aşamada sadece merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri iklimlendirme ile Mall ve ortak alanlara servis veren şartlandırma ve hava dağıtım sistemlerine yatırım

yapmalı, kiraya verilecek mahallerdeki klima ve havalandırma sistemleri sonradan sisteme ilave edilebilmelidir. Bu suretle, bütün mahallerin kiraya verilmesi ve dekore edilmesi beklenmeden, ortak alanlara servis veren sistemler tamamlanır tamamlanmaz, bina işletmeye açılabilirdir.

- Mahallere servis verecek sistemlerin enerji (elektrik ve yakıt) masraflarının hepsi veya büyük bir kısmı mahal bazında kolayca ölçülebilir olmalı, merkezi sistemlerden gelen ve kiraya verilen mahallere paylaştırılacak olan masraflar minimum olmalıdır.
- Tüm mahallerdeki klima ve havalandırma sistemleri, mahallerdeki istenen konfor şartlarını, iç hava kalitesini, gürültü seviyelerini sağlamalı ve böylece ziyaretçiler ve müşteriler için çekici bir ortam yaratılmalıdır.
- Tüm mahallerde ilk yatırım, enerji ve işletme giderleri minimum (verimleri maksimum) olan sistemler seçilmelidir. Sistemler mümkün olduğunca basit ve kolay işletilebilir olmalıdır.
- Sistemlerin bakımı mümkün olabildiğince kolay olmalı ve bakım giderleri düşük olan sistemler kullanılmalıdır. Ana makinelerin bakımı mümkün olduğu kadar merkezileştirilmeli ve personelin çalıştığı mahallerde ve tavan boşluklarındaki bakım gereksinimi minimuma indirilmelidir. Dükkan ve mağazaların dahilinde olan klima cihazlarının bakımlarının ne şekilde yapılacağı bir bakım politikası şeklinde tespit edilmelidir.
- Sistemler bina sahibinin ilerideki makul isteklerini karşılayacak esnekliğe ve makul bir seviyede (%15'e kadar) kolayca ve ekonomik olarak genişletilme veya kapasite arttırabilme özelliğine haiz olmalıdır.
- Sistemler güvenilir ve uzun ömürlü olmalı ve estetik açıdan binanın kullanım şartlarına uygun olmalıdır.
- Sistem tasarımında, ilk yatırım masraflarını fazla arttırmamak amacıyla, aşırı bir yedeklemeye gidilmemelidir. Ancak bilhassa merkezi ve büyük alanlara servis veren sistemler için, bir sisteme servis veren cihazlardan herhangi biri arıza yaptığında sistem kapasitesinin en az %67'si diğer cihazlar tarafından karşılanabilecek şekilde yedekleme yapılmalıdır.

- Primer taze hava ve egzost sistemlerinde egzost havasından ısı geri kazanım sistemlerinin kullanılması düşünülmelidir.

Bütün mahallerdeki sistemlerin yukarıda belirtilenlerin hepsinin birden sağlanması genellikle mümkün değildir. Yukarıdaki şartların büyük bir kısmını veya bina sahibi tarafından daha ağırlıklı olduğu düşünülen şartları sağlayan sistemler seçilmelidir.

b- Sistemlerden Beklentiler ve Genel Eğilimler

Konfor şartlarının ve yukarıda sayılan kriterlerin dışında, alışveriş merkezlerindeki satış birimlerini pazarlama politikası açısından, klima ve havalandırma sistemlerinin seçiminde göz önünde tutulması gereken bir takım ilave talepler mevcut olabilir. Şimdiye kadar tasarımı yapılan projelerde karşılaşılan ve aşağıda özetlenen bu talepler ve sistem önerileri bilhassa satış birimlerini ve diğer alanları kiralayacak olan firmalardan gelmektedir.

Büyük Mağaza ve Marketler

Modern alışveriş merkezlerindeki büyük mağaza ve süpermarketler genel olarak büyük ve ünlü firmalardır ve nasyonal veya enternasyonal bir zincirin halkasıdır. Bu firmaların aydınlatma, tavan ve iç dekorasyon, hava dağıtım sistemleri (menfezler vs.) konularında kendi özel standartları bulunmaktadır. Ayrıca, bu firmalar çoğunlukla kendi soğutma ve klima cihazlarının alışveriş merkezinin diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmasını isterler ve kendi cihazlarının bakımını kendileri yapmak isterler. Dolayısıyla, kendi tavan ve dekorasyonuna uygun olarak iç hava dağıtım tesisatının yapılması ve işletmeye alınması bu firmaların kendilerine bırakılmalıdır. Bu bölümlerin sistemleri merkezi sistemden mümkün olduğu kadar bağımsız olmalıdır. Bu bölümlerin merkezi sistemden çektikleri kWh ısıtma ve soğutma suyu enerjisi ile elektrik enerjisi ayrı, ölçme enerjisi ayrı ölçme cihazları ile ölçülmeli ve kesin olarak tespit edilerek fiyatlandırılmalıdır. Eğer bu bölümlere ait klima cihazları bina sahibi tarafından temin

edilecekse, bu cihazlar kiracı firmaya zimmetlenmeli ve bakımı tamamıyla kiracı firmaya bırakılmalıdır. Ayrıca, kiracı firma klima cihazlarını veren firma ile sürekli bakım anlaşması yapmaya ikna edilmelidir.

Food Court ve Fast Food Dükkanları Bölümü

McDonalds, Burger King gibi fast food zincirleri için yukarıda 'a' şıkında verilen hususlar aynen geçerlidir. Diğer küçük fast food dükkanları yiyecek hazırlama ve pişirme bölümünde davlumbaz kullanmaya mecbur kılınmalı ve bu davlumbazlara bağlanacak genellikle çatı tipi egzost fanlarının temin ve tesisi bina sahibi tarafından yapılmalıdır. Egzost kanalları mümkün olduğu ölçüde çatıya çıkarılmalıdır. Bunun çok pahalı ve zor olduğu durumlarda egzost hattı üzerinde koku alıcı aktif karbon filtreleri (yağ filtresi ve kaba filtre takımı ile birlikte) düşünülmeli ve mutfak egzostu kokusu alınarak dik bir şekilde en az 12 m/s hızla yukarı doğru atılmalıdır. Bu amaç için geliştirilmiş kolay temizlenebilir özellikle egzost fanları kullanılmalıdır.

Koku kontrolü açısından yiyecek dükkanlarında kesinlikle negatif basınç oluşturulmalıdır. Fast food dükkanlarından egzost edilecek hava miktarı oldukça yüksek olduğundan, genel eğilim, yürüme alanı (Mall) içinde, fast food dükkanları önündeki oturma ve yemek yeme alanında %100 şartlandırılmış ve soğutulmuş taze hava verilmesi ve bu havanın fast food dükkan davlumbazlarından egzost edilmesidir. (Bu yöntemin alternatifi taze havalı tip özel davlumbaz kullanılması ve her davlumbaza taze hava getirilmesi, ve Food Court'dan taze hava alınmasıdır. Ancak bu sistemde pratikte davlumbaz masraflarını artırmakta ve her davlumbaza verilecek olan havanın dengelenmesi problemleri ile basınç ve koku kontrol problemleri yaratmaktadır.) Verilen hava miktarı ile egzost edilen hava miktarının dengelenmesi ve egzost fanları ile veriş havası santrallerinin birlikte çalışması gerekmektedir. Bu sebepten, gerek egzost fanlarının gerekse santrallerin bina sahibi tarafından temin ve tesis edilmesi tavsiye edilmektedir. Ayrıca mutfak egzost sistemleri yangın izolasyonu, özel kanal dizaynı ve

özel egzost fanları gerektirdiğinden dolayı, yangın emniyeti açısından da sistemlerin bina sahibi tarafından temin ve tesis edilmesinde büyük fayda vardır.

%100 taze havanın 15°C'ye soğutulması genel olarak paket satılan direkt genleşmeli (DX) klima ve ısı pompası cihazları ile mümkün olamamaktadır. (Kısmi yüklerle uyumsuzluk ve özel cihaz yapılması gerekliliği) Bu sebepten %100 çalışacak klima santralleri konvansiyonel tip soğutma sulu serpantinli seçilmeli ve bu klima santralleri bir chiller devresinden soğutma suyu ile beslenmelidir. Food Court klima masrafları Fast Food dükkanlarına pay edileceğinden bu klima santrallerine verilecek olan soğutma ve ısıtma suyu miktarları pay ölçerlerle tespit edilmelidir.

Restoranlar

Restoranlar genellikle kendi tavan ve iç dekorasyonlarını kendileri yapmak isterler. Bu sebepten restoran içi hava dağıtım sisteminin temini ve tesisi kiracı firmaya bırakılmalıdır.

Diğer taraftan, restoranların mutfakları için fast food dükkanları gibi davlumbazlara ve egzost fanlarına gereksinim vardır. Genel olarak, davlumbazlardan egzost edilecek hava, restoranın yemek yenilen bölümünden mutfağa transfer edilerek alınır ve bu suretle mutfak kısmen soğutulmuş olur. Ancak, mutfak egzost tesisatının özel yangın önlemleri gerektirmesinden dolayı bu sistemin ne şekilde tasarlanıp tesis edileceğinin açık bir şekilde kiracı firmaya belirtilmesi ve bina sahibi tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir.

Her restoran için ayrı %100 taze hava santralleri kullanılmalı ve pay ölçüm cihazları tesis edilmelidir. Cihazların bakımı kiracı firmaya ait olmak ile birlikte kiracı firmanın bina sahibinin öngördüğü bir bakım ekibi ile anlaşma yapması önerilir.

Dükkanlar

Dükkanlar genellikle kendi tavan ve iç dekorasyonlarını kendileri yapmak isterler. Bu sebepten dükkan içi hava dağıtım sisteminin temini ve tesisi kiracı firmaya bırakılmalıdır.

Türkiye'deki alışveriş merkezlerinde genel olarak hangi dükkanın ne iş yapacağı bina bitip kiraya verilinceye kadar fazla bilinmemektedir. Bazı satış mahalleri (kuyumcu, saatçi gibi) diğerlerinden daha fazla soğutma isteyebilirler. Dolayısıyla dükkanlara ilave soğutucu akışkan beslemesi kolayca yapılabilecek şekilde sistem tasarımı yapılmalıdır.

Dükkanların klima cihazlarının bakımı için kiracı firma bina sahibi ile bina sahibinin öngöreceği bir bakım firması ile anlaşma yapılmalıdır. Bina sahibine bağlı işletme organizasyonu bütün satış mahalleri bakımlarının uygun bir şekilde yapılıp yapılmadığını denetleyebilmelidir.

Eğlence Amaçlı Alanlar

Sinemalar için yukarıda "Büyük Mağaza ve Marketler" için yazılanlar geçerlidir. Sinema işletim saatleri farklı olduğundan dolayı sinema firmaları kendi sistemlerinin bağımsız olmasını isterler. Ancak, klima cihazlarının bakımı, için kiracı firma bina sahibi ile veya bina sahibinin öngöreceği bir bakım firması ile anlaşma yapılmalıdır.

Sinemalarda yoğun insan sayısı ve taze hava ihtiyacı olduğundan sinema klima cihazlarının %100 taze hava ile çalıştırılması gerekebilir. Bu sebepten bu alanlara verilecek olan soğutucu ve ısıtıcı akışkanın pay ölçerler ile tespit edilmesi lazımdır.

Video oyunları ve diğer eğlence bölümleri için yukarıda "Dükkanlar" için yazılanlar geçerlidir.

Mall ve Ortak Alanlar

Bu kısımların tasarım ve tesisatı bina sahibi tarafından yapılacak ve bakımları da bina sahibi tarafından sağlanmalıdır.

4.2 BÜRO BİNALARI KLİMA SİSTEMLERİ

Yüksek büro binalarını kiralayan firmalar genellikle büyük şirketler ve bazı çokuluslu organizasyonlardır. Bunlar bilgisayara dayalı modern teknolojiyi geniş bir biçimde kullanırlar. Bu şirketlerin çalışma saatleri enternasyonal iletişim bağlantıları sebebi ile oldukça uzun olabilir. Bu şirketler çok kaliteli bir ofis çevre konforuna ve buna bağlı olarak da mekanik-elektrik servislerin de esnek şartlar içinde çalışabilmelerine gereksinim duyarlar. Dolayısıyla enternasyonal standartların ve sigorta firmalarının öngördüğü konfor ve güvenlik şartlarının tümü yeni yapılacak büro binalarında uygulanmalıdır.

Yüksek büro binalarındaki bütün mekanik servisler içinde şimdiye kadar en fazla kritik edileni iklimlendirme sistemleri olmuştur. Bunun ana sebebi de ofislerin doluluk oranlarının artması ve modern ofislerdeki elektronik cihazların sistem yükünü arttırmasıdır. Bir diğer sebep de binada ilk yatırımdan tasarruf edebilmek amacı ve tüm beklentileri karşılamasına imkan olmayan düşük kaliteli ve yetersiz bir iklimlendirme sistemi tesis edilmesi ve bina katlarının kalite ve esneklik bekleyen modern bir şirkete kiralanmasıdır. Yüksek büro binalarının klima sistemlerinin dizaynında göz önüne alınması gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır.

- Bina yüksekliği artıkaça soğutma ve ısıtma suyu sistemlerindeki basınç da artar. Soğutma sistemlerinde, bilhassa chillerlerin seçiminde statik basınç göz önüne alınmalıdır. 30 kata kadar olan sistemlerde plakalı eşanjörler ve sekonder pompa sistemleri kullanılarak yapılacak olan basınç kademelendirmesinin, yüksek basınçlı

chiller seçilmesine karşın ilk yatırım masraflarının ve ara kata konacak eşanjör ve pompaların doğuracağı yer kaybının göz önüne alınması gerekir.

- Eğer büyük merkezi klima santralleri kullanılıyorsa bunların genel olarak bir santral grubunun 12-14 kata kadar servis verecek şekilde boyutlandırılmasında fayda vardır. 12-14 katın üzerinde hava şartlarının kesit alanları ve hava miktarları genellikle ekonomik limitin üzerine çıkar.
- Genellikle her kiracı şirket katlarını içini kendi ihtiyaçlarına göre bölümler. Dolayısıyla hava menfezleri ve difüzörlerinin VAV kutularının, ya da fan-coillerin yeni iç bölümlere göre yerlerinin değiştirilmesi icap eder. Bunun kolayca sağlanabilmesi için tasarımı esnasında esnek hava kanalları kullanılmalı ve asma tavan derinliklerinin tayininde kanalların ve diğer servislerin birbiri üzerinden geçeceği göz önüne alınmalıdır. Kat içi hava dağıtımının kiracı firmalar ve kat bölümleri belli olana kadar monte edilmemesinde fayda vardır.
- Yüksek binalardaki enerji kullanımı fazla olduğundan enerji masraflarını düşürebilmek amacı ile bir Bina Otomasyon Sistemi tesis edilmesinde fayda vardır. Bu sistem binanın tüm mekanik-elektrik sistemlerinin tek merkezden işletimini, bakım programlamasını, iş saatleri dışında harcanan enerji giderlerinin tespit edilerek dağıtılabilmesini, arıza tespitini ve enerji yönetimini sağlar.
- Merkezi hava şartlandırma ünitelerinin bulunduğu sistemlerde, yönetmelik gereği, yangın esnasında duman egzostunu ve merdiven basınçlandırmasını sağlayan düzenler bulunmalı ve bu sistemlerin sigorta şirketleri tarafından kabul edilecek bir standarda uygun olarak dizayn edilmelidir.
- Büyük bilgisayarlar gibi ilave gelebilecek iklimlendirme sistemleri için ayrı bir kondenser, soğutma suyu sistemi veya ek iç ünite düşünülmelidir.

4.3 KONUTLAR KLİMA SİSTEMLERİ

Konutlar için ASHRAE Standart 62 banyo ve tuvaletlerden 25 l/s (aralıklı) egzost veya 10 l/s sürekli egzost, mutfaklardan ise 12 l/s sürekli egzost spesifikliğe etmektedir. Merkezi egzost ve taze hava sistemlerinin bu değerlere göre ve şahıs başına minimum

taze hava değerlerine göre (hangisi daha büyük netice veriyorsa) dizayn edilmeleri gereklidir.

Sürekli (24 Saat) hava egzostu ve taze hava beslemesi yapılan binalarda egzost havasından taze dış havaya ısı geri kazanma cihazlarının kullanılması muhakkak düşünülmelidir. Bu cihazlar taze hava ısıtma için gerekli enerjiyi yaklaşık %60 oranında azaltırlar.

İ asansör lobilerinin ve ortak koridorların apartmanlardan gelecek kokularınlemek amacı ile pozitif basınçlandırılması gerekir. Bu asansör lobilerinin en az saatte 2 hava değişimi temin edecek şekilde havalandırılması ve havalandırma havasının kışınn ısıtılarak verilmesi tercih edilir.

Merkezi cihazların ses ve titreşim seviyelerinin düşürülmesi ve grltnnnnlenmesi için gerekli tüm tedbirler alınmalıdır. Soğutma kuleleri konutlardan duyulmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Efektif bir merdiven basınçlandırma sistemi temini için lobilerden duman egzostu yapılmalıdır. Yangın katının üst ve alt katlarındaki asansör lobileri ise basınlandırılmalıdır.

4.4 SOSYAL MAHALLER KLİMA SİSTEMLERİ

Barlar ve toplantı salonlarında insan yoğunluğu ve sigara içilmesi gözönüne alınarak klima cihazlarının %100 taze hava ile alışabilmelerin zelliği düşünülmelidir.

Kapalı tip yüzme havuzlarında kondenzasyonunnlenmesi için yüzme havuzları iinnzel geliştirilmiş klima cihazları kullanılmalıdır.

5. KLİMA SİSTEM ALTERNATİFLERİ VE ALTERNATİFLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 MERKEZİ VEYA LOKAL SOĞUTMA VE ISITMA GRUPLARI

Örnek bir bina kompleksinin ön hesaplara dayalı soğutma ısıtma yükleri EK-1 Tablo-E.1.1 de verilmiştir. Buna göre toplam binalar grubunun soğutma yükü 10200 kW, toplam ısıtma yükü ise yaklaşık olarak 6000 kW tır.

Bu doneler çerçevesinde

- a. Bütün binalar için ortak bir soğutma ve ısıtma sistemi kurulması alternatifine karşılık
- b. Alışveriş merkezi, Büro Binası ve Konutlar için üç ayrı soğutma ve ısıtma sistemi kurulması

alternatifi göz önüne alınmıştır. İkinci alternatif olan 'Alışveriş Merkezi, Büro ve Konutlar için ayrı soğutma ve ısıtma sistemleri' teşkil edilmesi aşağıdaki sebeplerden dolayı tavsiye edilmektedir.

Tesis Maliyeti

Bütün binalar için merkezi soğutma ve ısıtma grubunun ayrı ayrı kurulacak gruplara nazaran daha az sayıda chiller ve kazan ünitelerinden meydana geleceği düşünülse dahi, merkezi sistemin boru çapları oldukça büyük çıkmakta ve borulama, izolasyon, kontrol vanaları maliyetleri, ayrılmış sistemlere nazaran çok artmaktadır.

Merkezi sistemde binalar arası paylaşımın yapılabilmesi için kullanılacak büyük çaplı hassas pay ölçme cihazlarının maliyetleri, ölçme cihazı başına 6000 \$-8000\$ lara yükselmektedir.

En fazla soğutma ve ısıtma ihtiyacı talep eden Alışveriş Merkezinin statik basıncı üzerindeki yüksek konut ve büro kulelerine nazaran çok daha düşük olmasına karşın, bilhassa chillerlerin ve bütün pompaların üzerindeki en yüksek binanın statik basıncına göre seçilmesi gerektiğinden, merkezi chillerler ayrılmış gruplara nazaran daha pahalıya mal olacaktır. Bunu önlemek için basınç kademeleri kullanılması ilave eşanjör ve pompa grubu masrafları getirecektir.

Merkezi grupların kısmi yüklerde çalışmaları esnasında enerji tüketimini azaltmak için daha yoğun bir otomasyon gerekebilir. Bu da ilave maliyet demektir.

İşletme Maliyeti

Binaların soğutma ve ısıtma yükleri kapasitelerinde seçilecek olan ayrılmış chiller ve kazan gruplarının verimleri daha büyük merkezi gruplardan çok farklı değildir. Ayrıca, bilhassa kısmi yüklerde, merkezi chillerlerin ve soğutma kulelerin verimleri düşük yükte çalışmaktan dolayı daha da düşecek ve enerji masrafları daha da yükselecektir.

Bakım Maliyetleri

Merkezi sistemlerin bakım maliyetleri dağıtılmış sistemlere nazaran her zaman daha düşüktür. Ancak büyük makineler için yedek parça temini küçük makinelere nazaran daha zor olmakta ve daha uzun zaman almaktadır. Ayrıca, ilk üç sene içinde chiller ve kazan grupları fazla bakım gerektirmediğinden, merkezi gruplar ile dağıtılmış gruplar arasındaki bakım maliyet farkları ilk üç sene içinde ortaya çıkmamakta ve yapılan ilk yatırımın farkının geri ödemesi çok geç başlamaktadır.

Binaların Bağımsızlığı

Merkezi sistemlerde binalara verilen soğutma ve ısıtma enerjisinin ayrı ayrı ölçülmesi gerekir. Büyük çaplı bu pay ölçerler hem çok pahalıdır hem de çok iyi bakım gerektirirler. Pay ölçerlerde bir arıza olması durumunda büyük paylaşım ve ölçüm sistemi birbirine girecek ve kullanıcılar arasında problem çıkabilecektir.

Tesisat Mahalli İhtiyacı

Merkezi chiller ve kazan gruplarının boyutları büyük olması sebebi ile ve boru çaplarının oldukça büyük çıkmasından dolayı bu makinelerin mevcut tesisat mahal yüksekliklerine sığması oldukça zordur. Bu durumda tesisat mahallerinin yükseltilmesi gerekecektir. Bu da ilave maliyet ve mimari değişiklik demektir.

Fleksibilite, Güvenirlik ve Yedekleme

Merkezi chiller ve kazan grupları dağıtılmış sistemlere nazaran daima daha güvenli ve esnektir. Sistem her zaman ilave yükleri kaldırmaya hazırdır. Ancak, merkezi borularda meydana gelecek en ufak arıza bütün binalar grubu klima sistemlerinin durmasına neden olacaktır.

5.2 ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ KLİMA SİSTEMLERİ

a- Genel

Alışveriş merkezleri genellikle yıl boyunca soğutma gerektirirler. Ancak, kış mevsimlerinde sabah erken saatlerde kısa bir süre ısıtma yapmak ve taze havanın ön ısıtılması gereklidir.

Alışveriş merkezleri için çeşitli klima ve hava dağıtım sistemleri uygulanmış ve farklı neticeler elde edilmiştir. Uygulanan sistemler arasında aşağıdakiler sayılabilir:

1. Sadece Mall alanlarının sabit hava debili bir sistem ile soğutulması veya ısıtılması,. Mall kısmına verilen havanın satış birimlerinin tavanlarına konacak dönüş havası menfezlerinden geri döndürülmesi ve klima santrali üzerinden bir kısmının egzost edilmesi.
2. Mall ve büyük mağaza, marketler için sabit Hava Debili 4-Borulu Klima Sistemi, satış birimleri iç zonları için 4-Borulu Fan-Coil ve Primer taze Hava ve Egzost Sistemi .
3. Mall ve büyük mağaza, marketler için Sabit Hava Debili Klima Sistemi, satış birimleri için 4-Borulu Endüksiyon ve primer taze hava ve egzost sistemi. (Eski sistem genellikle 1960'lı yıllarda uygulanmış)
4. Mall ve satış birimleri çevre zonları için ısıtıcılı VAV iç kısımda yer alan dükkanlar için ısıtıcısız %100 kapatmalı VAV sistemi, büyük mağaza ve marketler için bağımsız VAV sistemleri.
5. Mall için karışım havalı Su Kaynaklı Isı Pompası (Water Source Heat Pump- WSHP), satış birimleri için tavan içine konan tip Su Kaynaklı Isı Pompası ve Primer Taze Hava ve egzost dış üniteleri, büyük mağaza ve marketler için büyük WSHP iç üniteleri (taze hava bu ünitelere direkt bağlanıyor).

1 nolu sistem bilhassa dükkanlarda istenen konfor şartlarını sağlayamaz ve bunun için de prestij tip alışveriş merkezlerinde genellikle kullanılmaz.

2 nolu sistemin kullanımı oldukça yaygındır.

3 nolu sistem 1960'lı yıllarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ancak son yıllarda yapılan binalarda çok ender olarak bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun başlıca sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- Endüksiyon ünitelerinin kapasiteleri oldukça düşüktür. Bu sebepten herhangi bir sistem için çok sayıda ünite kullanmak gereklidir. Bu da sistemin ilk yatırım maliyetini arttırmaktadır. 4-borulu endüksiyon sisteminin ilk yatırım maliyeti bütün diğer tüm hava klima sistemlerinden daha yüksektir.
- Change-over'sız sistemde kışın ısıtma primer hava ile sağlanır. Yani sürekli olarak sıcak primer hava verilir alışveriş merkezlerinde kışın dahi soğutma gerektiğinden sıcak olarak verilen primer hava endüksiyon ünitesi içerisindeki soğutma şerpantini tarafından soğutulur. Bu da oldukça büyük enerji kaybına ve işletme masraflarının artmasına sebep olur.
- Endüksiyon ünitelerinde kullanılan fitrelerin verimi düşüktür. Dolayısıyla iç hava kalitesi de düşük olur.
- Primer hava sürekli verildiği müddetçe endüksiyon ünitelerini kapatmak mümkün olmaz. Bunun yapılabilmesi için primer hava girişine konacak ilave bir damper tesisatı ve damper motoru gereklidir. Bu da ilave masraf demektir.
- Endüksiyon üniteleri yüksek primer hava basıncı isterler. Bu da işletme masraflarının artmasına sebep olur.

Yukarıdaki sebeplerden dolayı örnek bina kompleksimizde endüksiyon sistemi kullanılması tavsiye edilmemektedir.

4 nolu VAV sistemin kullanılması son yıllarda oldukça artmıştır. Enerji, işletme ve bakım masrafları diğer bütün sistemlerden en az %23 oranında daha düşüktür. Ayrıca

merkezi santraldaki filtrasyon veriminin yüksekliği sebebi ile i hava kalitesi de oldukça yüksektir. Ancak, VAV sisteminin dezavantajları da mevcuttur ve bunlar Őyle sıralanabilir:

- Yoğun kanal dağılımı ve VAV santralındaki otomasyonun kompleks olması nedeniyle ilk yatırım maliyetleri alışveriş merkezleri için 2 ve 5 nolu sistemlerden yaklaşık %20 oranında daha yüksektir.
- VAV sistemlerinin işletmeye alınabilmesi için her bir VAV santralının servis verdiği tüm mahallerde hava dağıtım tesisatının tam olarak bitirilmiş olması gerekmektedir. Sonradan ilavelerin yapılması çok zordur.
- VAV sistemleri tamamıyla merkezi sistemler olmaları dolayısıyla enerji, işletme ve bakım giderlerinin mahal bazında llmesine imkan yoktur. Bu sebepten bu tip giderlerin mahallere bölüştürülmesi ancak alan bazında olabilir. Bu da kiracı firmalar ile bina sahibi arasında sonradan sorunlar çıkmasına sebep olabilir.

Yukarıdaki açıklamaların ışığında Metro City Alışveriş Merkezi için uygulanabilir alternatiflerin 4-Borulu fan-coil sistemi ve su kaynaklı ısı pompası sistemi olarak öngörülmektedir. Büyük mağaza ve marketlerin beklentileri de göz önüne alınarak daha detaylı incelenecek sistem alternatifleri aşağıdaki Şekilde belirlenmiştir:

Alternatif-1 : Mall ve büyük mağaza, marketler için sabit hava debili klima sistemi, satış birimleri için 4-borulu fan-coil ve primer taze hava ve egzost sistemi.

Soğutma ve ısıtma suyu temini için merkezi soğutma ve ısıtma grupları

Alternatif-2 : Satış birimleri için tavan içine konan tip su kaynaklı ısı pompası ve primer taze hava ve egzost dış üniteleri, büyük mağaza ve marketler için büyük WSHP i niteleri, Mall ve %100 taze hava ile çalışacak sistemler için WSHP kondenser suyu devresine bağlı ayrı bir chiller grubu. Merkezi soğutma kuleleri ve kazanlar.

Bu sistemler hakkında detaylı açıklamalar ve maliyet analizleri aşağıda ve ekli tabloda verilmiştir.

b- Maliyet Analizleri İçin Yapılan Ön Kabuller

1. Maliyetlere her iki sistem için ortak olan aşağıdaki tesisat ve masraflar dahil edilmemiştir.

- Hava kanalları ve menfezleri
- Depo, WC gibi bölümlerin havalandırma fan ve kanalları
- Otomatik kontrol sistemleri
- Elektrik panoları
- Cihazların elektrik bağlantılarının yapılması
- İşletmeye alma

2. Fan-coil veya WSHP bulunan bütün zonlarda primer hava santralında primer (taze) hava ile egzost havası arasında ısı geri kazanma sistemi tesis edilecektir. Ayrıca bir primer hava ısıtması yapılmayacak tüm ısıtma işlemleri fan-coil veya ünitelerinde yapılacaktır.

3. Sistemlerin ilk yatırım maliyetleri çeşitli temsilci firmalardan alınan malzeme fiyatlarına göre belirlenmiştir. Enerji ve işletme giderleri ise tipik bir dükkan zonunun İstanbul için öngörülen meteorolojik donelere göre, özel bir enerji analiz programı kullanılarak, bir yıl boyunca simulasyonu ile tespit edilmiştir. Bilahare bu simulasyon neticeleri ekstrapolasyon yöntemi ile örnek Alış Veriş Merkezi alanlarına göre yükseltgenerek bütün sistemler için ayrı ayrı yıllık enerji harcamaları EK-1 Tablo-E1.7 de gösterilmiştir.

4. Isıtmada doğal gaz kullanılacağı varsayılmıştır.

c- Alternatif-1: 4-Borulu Fan-Coil ve Primer Hava Sistemi; Merkezi Soğutma ve Isıtma Grupları

Bu sistemde alışveriş merkezi için bir merkezi soğutma ve ısıtma sistemi teşkil edilecek ve mahallere ait bütün klima santrali ve fan-coil ünitelerine ısıtma ve soğutma suyu dağıtılacaktır.

Ön tahminlerde belirlenen, 6600 kW soğutma kapasitesini karşılayabilmek amacıyla merkezi soğutma sistemi içerisinde 2 adet 2800 kW lık santrifuj soğutma grubu ile 1 adet 1250 kW vidalı soğutma grubu öngörülmüştür. Soğutma grupları paralel bağlanacağı ve soğutma suyunun primer ve sekonder pompalarla dağıtılacağı varsayılmıştır. Ayrıca merkezi soğutma sistemi içinde 3 adet açık tip soğutma kulesi bulunması düşünülmüş ve her soğutma grubu için 1 adet kondenser suyu pompası öngörülmüştür. Fizibilitesi uygun olduğu takdirde sisteme sonradan bir su tarafi ekonomizer grubu ilave edilebilir. Bu grup bir adet plakalı eşanjör ve primer ve sekonder pompalardan müteşekkil olacaktır. Primer tarafta kule suyu dolaşacak, sekonder tarafta ise soğutma suyu dolaşacaktır. Su tarafi eko sistemi chiller gruplarına paralel bağlanacak ve dış hava sıcaklığının 10°C altına düştüğü zamanlarda chillerler durdurularak soğutma ve ısıtma gruplarının konfigürasyonu ekli sistem şemalarında gösterilmiştir.

Fan-coil sistemi için ısıtma yükü 3363 kW olarak tahmin edilmiştir. Buna göre, merkezi ısıtma sisteminin 3 adet, her biri 1200 kW, sıcak su kazanından ve bu kazanlara uygun kapasitede şönt pompa ve sekonder ısıtma suyu pompalarından müteşekkil olacağı varsayılmıştır. Her kazan için bağımsız paslanmaz çelik duman bacaları ilk yatırım fiyatlarına dahil edilmiştir.

Hava su tarafi dağıtım sistemleri konfigürasyonunun ise aşağıdaki şekilde olacağı varsayılmıştır:

- Satış mahalleri, tavan içine yerleştirilecek kanallı tip, yüksek basınçlı, 4-borulu fan-coil üniteleri ile soğutulacak ve ısıtılacaktır. Bu mahallerin havalandırılması için ise fan-coillerin karıştırma hücrelerine direkt bağlanacak primer hava sistemleri ile sağlanacak, egzost havası ile mahallerin tavan plenumlarından emilerek primer/egzost havası ısı değiştirme santrali üzerinden atılacaktır. Bu santralde primer taze hava ile egzost havası arasında plakalı eşanjör vasıtası ile enerji transferi yapılacak ve bu suretle primer hava santralinde taze hava yazın kısmen soğutulup kışın ise ön ısıtılacaktır.
- Mağaza, süpermarket gibi mekanların kendilerine ait ayrı klima santralleri bulunacak ve bunlar sabit debili ve karışım havalı olarak Mall sistemi gibi çalışacaktır. Şaftlardan tasarruf etmek ve mağaza yönetimleri tarafından bu cihazlara rahatça erişim sağlanması amacıyla bu klima santralleri mağaza katlarına konacaktır. Her santralde dönüş/egzost havası fanı karışım hücresi, filtre, sulu ısıtma serpantini, sulu soğutma serpantini ve fan hücresi bulunacaktır. Her santralin soğutma ve ısıtma suyu devrelerine enerji ölçüm cihazları bağlanacaktır. Ekonomi çalışması, sabah ilk ısıtma/soğutma modları kontrol sistemlerine eklenecektir.
- Food Court, sinemalar, restoranlar %100 taze hava ile besleneceğinden bu mahaller için konvansiyonel klima santralleri bulunacaktır. Ses transferini önlemek ve sinemaları bağımsız çalıştırabilmek amacıyla her sinema için ayrı bir santral öngörülmüştür. Her santralde taze hava bağlantı hücresi, filtre hücresi, soğutma ve ısıtma serpantinleri ve fan bulunacaktır. Her santralin soğutma ve ısıtma suyu debisi pay ölçerlerle ölçülecektir. Food court'a verilen soğutma havası fast food davlumbazlarından egzost edilecektir. Davlumbazlar gruplar halinde egzost fanlarına bağlanacaktır. Egzost havası fandan aktif karbon hücrelerinden geçerek arındırılacak ve fanlar tarafından dikey olarak, en az 12 m/s lik bir hızla atılacaktır. Restoranların soğutma havası ise restoran mutfaklarından aynı şekilde egzost edilecektir.

Yukarıdaki varsayımlar çerçevesinde fan-coil sisteminin avantaj ve dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

Avantajlar:

- Merkezi soğutma suyu sisteminin verimi tüm dağıtılmış direkt genleşmeli soğutma sistemlerinden daha yüksektir. Ancak, su kaynaklı ısı pompası sisteminde aynı anda ısıtılan ve soğutulan mahaller arasında su devresi üzerinden enerji transferi yapıldığından WSHP sistemi enerji maliyetleri biraz daha düşük çıkmaktadır.
- Merkezi soğutma sistemi toplu halde ve bir mahal içinde bulunduğundan dolayı bakımı ve işletmesi daha kolaydır. Merkezi soğutma suyu sisteminin bakım masrafları dağıtılmış direkt genleşmeli ısı pompası sistemine nazaran yaklaşık 10\$/ton-soğutma daha ucuzdur.
- Merkezi soğutma suyu sisteminin tahmini ömrü 25-30 sene, dağıtılmış su kaynaklı ısı pompası sisteminin tahmini ömrü ise 18-20 senedir.
- Tavan içine konan fan-coil cihazlar ısı pompası cihazlardan daha sessizdir.
- Fan-coil ve klima santralının bakımı ısı pompası cihazlarından daha kolaydır.
- Fan-coil ve klima santrallarına elektrik güç kablosu dağıtımı, ısı pompasından daha küçük kablo kesitleri gerektirir. Dolayısıyla güç besleme masrafları elektrik dağıtım sistemine bağlı olarak daha düşük olabilir. Ancak, elektrik dağıtımı için busbar kullanıldığı takdirde bu geçerli değildir.

Dezavantajları:

- Merkezi soğutma ve ısıtma suyu sisteminin ilk yatırım maliyeti su kaynaklı ısı pompası sisteminden daha yüksektir.

- Soğutma suyu sistemi işletme ve bakım masraflarının kullanıcılar arasında dağıtılması oldukça zordur. Her dükkanda hem soğutma hem de ısıtma suyu için ölçüm yapılmasını gerektirir.

d- Alternatif-2 : Su Kaynaklı Isı Pompası (WSHP) Sistemi; Merkezi Kazan Dairesi ve Soğutma Kuleleri

Bu sistemde mahallerin soğutması ve ısıtması bağımsız olarak bu mahallere yerleştirilecek su soğutmalı, direk genleşmeli klima /ısı pompası cihazları ile sağlanacaktır. Cihazlar arasında bir kondenser suyu devresi tertiplenecek ve soğutmaya çalışan cihazlar kondenser suyu devresi içinde sirküle eden suyu ısıtacak, ısıtmaya çalışan cihazlar ise aynı suyu soğutacaklardır. Bu suretle soğutmaya çalışan cihazlar tarafından mahallerden alınan ısı ve cihazların içinde bulunan kompresör ısısı ısıtma isteyen mahallere su devresi üzerinden transfer edilmiş olacaktır. Yazın ve ara mevsimlerde cihazların hemen hepsi soğutmaya çalışacağından devredeki su sıcaklığı yükselecek ve bu suyun soğutulması için kapalı devre soğutma kuleleri kullanılacaktır. Kışın, sabah ilk çalıştırmada ön ısıtmayı sağlamak amacı ile de sıcak su kazanları kullanılacaktır. Ayrıca, devredeki suyun sirkülasyonu için yedeklemeli sirkülasyon pompaları gereklidir.

Su kaynaklı ısı pompalarının her birinin içinde kendine ait hermetik kompresörler ve soğutucu akışkan ile çalışan soğutma devresi bulunmaktadır. Mahalde ısıtma gerektiğinde bir change-over valfi ile evaporatör, kondenser olarak çalışmaya başlamakta ve havayı ısıtmaktadır. Aynı anda su soğutmalı kondenser de evaporatör görevi yaparak devre suyunu soğutmaktadır. Bu suretle kompresör enerjisi devre suyundan alına enerji ile toplanarak mahale verilen hava ısıtılmaktadır. Isıtma ve soğutma işlevinin aynı cihaz tarafından jenerasyonu sebebi ile sisteme ilave edilecek kazan kapasitesi de fan-coil sistemine nazaran daha küçük olmaktadır. Her ısı pompası ünitesi diğerlerinden bağımsız olarak istendiğinde ısıtma veya soğutma yapabilmektedir. Yani aynı anda bir mahalde soğutma yapılırken yanındaki mahalde ısıtma yapılabilir. Bu sistemin su tarafı sistem şeması bu çalışmanın ekinde verilmiştir.

Diğer taraftan %100 taze hava ile soğutma yapacak ünitelerde su kaynaklı ısı pompaları iyi netice vermemektedir. Bu bölümler ve yürüme alanlarının klimatizasyonu için kullanılacak klima santralleri için su kaynaklı ısı pompası kondenser suyu devresine bağlı ayrı bir vidalı chiller grubu ve dağıtım pompaları öngörülmüştür.

Bu sistemde konfigürasyon aşağıdaki gibi olacaktır:

- Satış mahallerinin her birinde tavan içine konan tip, kanallı ısı pompaları bulunacaktır. Bu cihazlar mahal sıcaklık kontrolünden alacakları kumanda ile gerektiğinde ısıtma veya soğutma yapabileceklerdir. Primer hava klima santralleri vasıtası ile WSHP ünitelerine bağlanacak ve primer hava klima santrali içinde bulunan plakalı eşanjör ile egzost havası tarafından kışın ön ısıtılacaktır. Primer hava sistemi aynen fan-coil sisteminde olduğu gibidir. Sudan suya ısı pompası cihazının diğer tarafı da ana sirkülasyon suyu devresine bağlanacaktır. Egzost havası mahallerin tavan plenumlarından emilerek primer hava santrali üzerinden atılacaktır.
- Mall kısmının kendine ait klima santralleri bulunacak ve bunlar gerektiğinde %100 taze hava ile ekonomi çalışması yapabilecektir. Mağazaların her katında gerektiği zaman %100 taze hava ile çalışacak büyük su soğutmalı paket ısı pompaları bulunacaktır. Bu cihazlara taze hava direkt bağlanacaktır. Food court , restoranlar, sinemalar gibi %100 dış hava ile soğutma yapan bölümlerde ise fan-coil sistemindeki gibi konvansiyonel klima santralleri bulunacak ve bu santrallara soğuk su, su kaynaklı ısı pompası devresine bağlı chiller grupları üzerinden verilecektir. Isıtma suyu ise direkt kazan devresinden sağlanacaktır. Bu santrallerin her birinde pay ölçerlerle ölçüm yapılacaktır.

Avantajları:

- İlk yatırım masrafı, diğer sistemlere nazaran büyük bir merkezi soğutma suyu sistemi bulunmadığından ve sadece izolesiz kondenser suyu devresi bulunmasından dolayı daha düşüktür. Enerji masrafları ise fan-coil sisteminden çok az bir miktar düşüktür.

- Kompresör ve fan enerjisi direkt olarak her dükkanın elektrik sayacı tarafından ölçülebilir. Bu suretle dükkanlar cihazlarını daha verimli bir şekilde kullanacaklardır. Paylaşılacak masraf sadece kazan ve soğutma kuleleri ile sirkülasyon pompalarının masraflarıdır. Bu da merkezi soğutma sistemlerine nazaran çok daha düşük olmakta ve dükkan kiracılarını paylaşım konusunda fazla rahatsız etmemektedir. Bu sebepten ısıtma veya soğutma ölçümü için her dükkanda pay ölçerlerin kullanılması gerekmemektedir.

Dezavantajları:

- Su kaynaklı ısı pompalarının kompresörlerinin yıl boyunca sürekli çalışması sebebi ile hem ömürleri merkezi sisteme nazaran 5 yıl daha kısa hem de bakım masrafları daha yüksektir.
- Isı pompalarına güç dağıtımı daha kalın kesitli kablolar gerektireceğinden fan-coil sistemine nazaran daha pahalı olacaktır. Ancak elektrik dağıtımında busbar kullanıldığında bu dezavantajlar ortadan kalkmaktadır.
- Isı pompaları fan-coillerden biraz daha gürültülüdür. Ancak, uygun kanal tertibatı ve akustik izolasyon ile mahaldeki gürültü minimum seviyelere düşürülebilir.
- Alışveriş merkezi için klima sistemlerinin bütün kriterler göz önüne alınarak ağırlıklı puanlamalı metod ile karşılaştırılması EK-3 te sunulmuştur.

5.3 BÜRO BİNALARI KLİMA SİSTEMLERİ

a- Genel

Bilindiği üzere, tipik büro katları iklimlendirme açısından birbirinden farklı özellikler gösteren çevre zonları ve iç zon olmak üzere kısımlara ayrılırlar. Çevre zonu, genel olarak, binanın dış cephesinden itibaren 4-5 m olarak kabul edilir.

Kışın katların iç zonlarından bina dışına herhangi bir ısı kaybı olmadığı için ve yazın iç zonlara bina dışından herhangi bir ısı kazancı olmadığından, bütün yıl boyunca iç zonlar, aydınlatma, güç yükü ve insan yükleri dolayısıyla, soğutma ihtiyaç gösterirler. Kışın ve ara mevsimlerde ise, çevre zonunun yönüne ve günün saatine göre, güneşin gelmesine bağlı olarak, bazı çevre zonları ısıtma bazıları ise aynı anda soğutmaya ihtiyaç gösterir. Bu sebeplerden dolayı bir prestij binası için dizayn edilecek olan klima sistemleri bütün bu şartları aynı anda sağlayabilmelidirler.

Büro binaları büro katları hava dağıtım sisteminin konfigürasyonu için gerekli konfor şartlarını sağlayacak çeşitli alternatifler gözden geçirilmiştir. İncelenen sistem alternatifleri şunlardır:

1. Çevrede konsol tipi 4-borulu fan-coil ve iç zonda gizli tavan tipi 2-borulu fan-coil ve sabit debili primer hava sistemi.
2. VAV sistem alternatifleri:
 - Çevre ve iç zonda tam kapamalı VAV + çevrede panel radyatörlü ısıtma
 - Çevre ve iç zonda tam kapamalı VAV + çevrede sabit debili hava ile ısıtma
 - İç zonda tam kapamalı VAV + çevrede VAV ve su ısıtmalı Reheat
 - İç zonda tam kapamalı VAV + çevrede fan ilaveli VAV ve Reheat

3. Çevre zonda konsol tipi VRV iç üniteleri, iç zonda tavan tipi VRV iç üniteleri ve çatıda ve tesisat katında VRV dış üniteleri

Yukarıda verilen sistem alternatifleri ayrı ayrı incelenerek aşağıda detayları verilmiştir.

b- Alternatif-1: Çevrede Konsol Tipi 4-Borulu Fan-Coil ve İç Zonda Gizli Tavan Tipi 2- Borulu Fan-Coil ve Sabit Debili Primer Hava Sistemi

Bu sistemde büro binasının çevre zonları parapet içine konacak konsol tipi 4-borulu fan-coil cihazları ile soğutulup ısıtılacak, iç zonlar ise tavan boşluğuna konacak 2-borulu fan-coil üniteleri ile soğutulacaktır.

Primer taze hava merkezi olarak, bir primer ve egzost havası santralında ön şartlandırılarak, tavan içindeki fan-coil ünitelerinin karışım plenumlarına direkt bağlanacak ve çevre zonuna ise tavandan difüzör ve sabit hava debisi kutuları (CAV) bağlantısı üzerinden verilecektir. Egzost havası tavan plenumundan emilerek primer hava santralına döndürülecektir. Bu santralda primer taze hava ile egzost havası arasında plakalı eşanjör vasıtası ile enerji transferi yapılacak ve bu suretle primer hava santralında taze hava egzost havası vasıtasıyla yazın kısmen ön-soğutulup kışın ise ön ısıtılacaktır. Primer/egzost havası santralında primer ve egzost havası fanları, plakalı ısı geri kazanma eşanjörü, taze hava ısıtma ve soğutma serpantinleri bulunacak ve primer taze hava tamamıyla şartlandırılmış olarak mahale verilecektir.

Ön tahminlerde belirlenen, 1920 kW soğutma kapasitesini karşılayabilmek amacı ile merkezi soğutma sistemi içinde 2 adet 1100 kW lık vidalı soğutma (chiller) grubu öngörülmüştür. Soğutma grupları paralel bağlanacağı ve soğutma suyunun primer pompalarla dağıtılacağı varsayılmıştır. Soğutma suyu dağıtımında 2-yollu kontrol vanaları kullanılacaktır. Chillerlerde sabit akım tesis edebilmek için soğutma suyu gidiş ve dönüşü arasında bir diferansiyel basınç by-pass sistemi ilave edilmiştir. Ayrıca merkezi soğutma

sistemi içinde 2 adet açık tip soğutma kulesi bulunması düşünülmüş ve her soğutma grubu için 1 adet kondenser suyu pompası öngörülmüştür. Isıtma sistemi 3 adet 450 kW sıcak su kazanından ve şönt ve ısıtma suyu pompalarından müteşekkil olacaktır. Kazanların basınç sınıflarının çok fazla yükseltilmemesi için 14. Katta bir basınç kademe istasyonu teşkil edilecektir. Bu istasyonda 2 adet plakalı eşanjör ve üst katlar için sekonder ısıtma suyu dağıtım boruları bulunacaktır. Bu sistem için merkezi soğutma ve ısıtma gruplarının konfigürasyonu ekte sunulmuştur.

c- VAV Sistem Alternatifleri:

İstanbulu'da projelendirilmiş olan benzer tipteki, çevrede parapet öngörülen, büro binaları için daha önce yapılmış olan ekonomik analizlerde yukarıdaki VAV sistem alternatifleri içinde, gerek ilk yatırım ve gerekse işletme masrafları açısından en ekonomik olan sistem 'Çevre ve İç Zonda Tam Kapamalı VAV + Çevrede Panel Radyatör Isıtma' olarak tespit edilmiştir. Bu sistemin bir avantajı da, diğerlerine nazaran, bakım ve işletme kolaylığıdır.

Bu sistemde her katta iç zon ve çevre zonlarında tam kapamalı (ancak minimum taze hava için %20 limitlemeli) VAV kutuları üzerinden soğutma hava verilecektir. Çevre zonu ısıtması ise pencerelerin altına yerleştirilecek panel radyatörler vasıtasıyla olacaktır. Panel radyatör vanaları termostat kontrollü olacaktır. VAV kutuları basınçtan bağımsız olacaktır. Hava dağıtımı için aydınlatma armatürlerinin iki yanına konacak slot difüzörler veya lineer difüzörler kullanılacaktır. Hava dönüşü tavan boşluğu içinden olacaktır. Mahalden tavana hava dönüşü difüzör konmamış aydınlatma armatürlerinin iki yanına iki yanına konacak slotlardan ve duman egzostu menfezlerinden olacaktır. VAV kutulardan slot difüzörlere hava bağlantıları esnek kanallarla yapılacaktır.

Büro katları VAV sistemi şaftların küçültülebilmesini sağlamak amacı ile iki ayrı zona ayrılmıştır. Yüksek katlar arası çatı makine dairesine konacak 2 adet paralel bağlı VAV klima santralı tarafından beslenecektir. Alt katlar arasında kalan bölüm de 2.Tesisat

katına konacak 2 adet VAV klima santrali tarafından beslenecektir. VAV santralleri karışım hücresi, filtre hücresi, ısıtma ve soğutma serpantin hücresi ve fan hücresinden oluşacaktır. Her santral için devir ayarını sağlayacak bir frekans değiştirici bulunacaktır. Egzost havası dönüş hava kanalına bağlı bir adet normal çalışma egzost fanı ile atılacaktır. %100 taze hava ile ekonomi çalışmasında ikinci bir büyük egzost fanı devreye girecek ve sistemden dönen tüm havanın dışarı atılmasını sağlayacaktır. Büyük egzost fanı aynı zamanda yangın esnasında duman egzost fanı olarak kullanılacaktır. Sistem değişken devirli olduğundan büyük egzost fanı da bir frekans kontrolü üzerinden tahrik edilecektir.

Klima santralleri VAV dağıtım sisteminin hava ihtiyacına göre sırasıyla devreye gireceklerdir. Bu sayede kısmi yüklerde ve iş saatleri haricindeki çalışmada sadece bir klima santrali çalışacaktır. Klima santrallerinde talebe göre hava debisinin ayarlanması, santraldaki veriş havası fanının, bir frekans değiştirici vasıtası ile, basma havası kanalının statik basıncına bağlı olarak devrinin otomatik olarak ayarlanması suretiyle olacaktır.

VAV klima santrallerinde hem soğutma hem ısıtma serpantinleri bulunacaktır. Santraller normal zamanda sadece soğutma yapacaktır. Kışın sabah erken ise katlardaki bütün VAV kutuları açılarak ön ısıtma yapılacaktır. Ayrıca dış hava sıcaklığının çok düşük olduğu zamanlarda karışım havası sıcaklığı da 15 °C nin altına düşebileceğinden basma havasını 17 °C civarında tutabilmek için ısıtma yapmak gerekebilecektir.

Klima santralında dönüş ve dış hava karışımının filtrelemek için %90 toz tutma özelliğine haiz ön filtreler ve %60 atmosferik toz verimi olan çanta filtreler kullanılacaktır.

Katlardaki infiltrasyonu önlemek amacı ile pozitif bir basınç oluşturulacaktır. Mahaldeki minimum pozitif basınç, dönüş havası fanı devri yukarıda tanımlandığı gibi ayarlanarak sağlanacaktır.

Dış hava entalpisinin dönüş havası entalpisinden düşük olduğu durumda VAV klima santralleri ekonomi çalışmasına geçecektir. Ekonomi çalışmasında dış hava ve ona bağlı dönüş havası damperleri karışım hücresi sıcaklığı minimum 14 °C olacak şekilde ayarlanacaktır. Böyle bir ekonomi çalışması bilhassa ara mevsimlerde büyük tasarruf sağlamaktadır.

VAV sistemin merkezi soğutma ve ısıtma sistemi yukarıda verilmiş olan fan-coil sistemi ile aynıdır. Aşağıda, örnek olarak, fan-coil sistemi ile VAV + Panel Radyatör sisteminin karşılaştırma tablosu verilmiştir.

Kriter	VAV + Panel Radyatör	Fan-Coil + Primer Hava
İlk Yatırım Masrafı	Fan-Coil sistemine nazaran daha fazla hava kanalı kullanılması sebebiyle daha yüksek	VAV + Panel Radyatör sisteminden yaklaşık %15 daha düşük.
İşletme ve Bakım Masrafları	Fan-Coil Sisteminin yaklaşık % 60'ısıtma kadar. Dış hava ile ekonomik soğutma yapmak mümkün. Hava debisinin soğutma yüküne değişken olması sebebiyle fan enerjisinden tasarruf yapılabilmekte.	Sabit hav debili bir sistem olması sebebi ile fan enerjisinden tasarruf etmek mümkün değil. Dış hava ile ekonomik soğutma yapmak mümkün değil. Bakım masrafları ünite sayısının çok fazla olması sebebiyle çok yüksek. Ayrıca fan-coil fanları santral fanları kadar verimli ve uzun ömürlü değil.

Kriter	VAV + Panel Radyatör	Fan-Coil + Primer Hava
İşletme ve Bakım Kolaylığı	Merkezi sistem olduğundan ünite sayısı çok düşük. Dolayısıyla işletme, bakım ve sistemlere hakimiyet kolay. Ayrıca makineler ayrı tesisat odalarında bulunduğundan bakım için büro personeli rahatsız edilmemekte.	Oldukça zor. Ünite sayısı çok yüksek ve bakım çok zor. Bakım için büro personeli rahatsız ve huzursuz edilmekte. İşletme personelinin sisteme hakim olması zor.
İç Hava Kalitesi	Oldukça yüksek. VAV klima santrallerinde verimi yüksek filtreler kullanılmakta.	Düşük. Fan-coil filtreleri verimsiz ve serpantini tam olarak koruyamadığı için serpantin çabuk kirleniyor ve soğutmanın durduğu anda serpantin yüzeyindeki kirli yoğunlaşmış suyun buharlaşması nedeni ile koku yapıyor.
Enerji Kullanımı	Düşük. Yukarıda işletme ve bakım masrafları bölümünde açıklanan sebeplerden.	Yüksek
Gürültü	Düşük. Mahallerde çalışan makine yok. VAV kutusu çıkışlarında ise susturucu var. Bütün çalışan makineler mahallerden uzakta, tesisat daireleri içinde izole edilmiş durumda.	Yüksek. Mahallerde ve tavan boşluğunda çalışan makine gürültüsü var. Bilhassa çevre zonunda mahallerde arzu edilen maksimum gürültü seviyelerini tutturmak zor.

Kriter	VAV + Panel Radyatör	Fan-Coil + Primer Hava
Sıcaklı Kontrolü	Çok iyi. Modülasyonlu kontrol sistemleri dolayısıyla PID kontrol mümkün ve mahal sıcaklığı tam istenilen noktada tutulabiliyor.	Kötü. On-off kontrol sıcaklığının belli bir noktada tutulmasını önüyor.
İşletme Giderlerinin Ölçülebilmesi	Merkezi sistem olmasından soğutma giderlerinin ölçülmesi çok zor. Ancak VAV santralleri kat bazında tertiplendiğinde yapılabilir. Isıtma giderleri ise kat bazında pay ölçerlerle ölçülebilir.	Kat bazında ısıtma ve soğutma pay ölçerler ile ölçülebilir.
Şaft ve Tavan Boşluğu Gereksinimi	Yüksek.	Düşük. Sadece borular ve primer hava geçtiğinden fazla shaft alanı gerekmiyor.
Fleksibilite	Esnek kanallar kullanıldığından, iç bölmelerin yeri değiştirildiğinde difüzörler rahatlıkla yer değiştirilebiliyor. İç mimari değişikliklerine bu sistem çok daha çabuk adapte olabiliyor.	Nispeten sabit sistem olduğundan iç mimari, değişimlerine yeniden uydurmak için ilave masraf gerekiyor.

VAV sisteminin ilk yatırım ve işletme masrafları EK-1 Tablo-E1.5,E1.8,E1.10 da gösterilmiştir.

d- Değişken Debili Soğutucu Akışkan (VRV) Sistemi:

Bu sistem çalışma yapısı hakkında daha önce detaylı bir şekilde bahsedilmişti. Dış ünitelerden iç ünitelere 2 adet soğutucu akışkan hattı gitmektedir. Her bir iç ünite bağımsız olarak istendiği zaman soğutma ve istendiği zaman ısıtma yapabilmektedir. Aynı anda iç zonda çalışan ve soğutma yapan iç ünitelerin enerjisi üzerine dış üniteye kompresör enerjisi de eklenerek sıcak gazın akışkan devresi üzerinden çevre zonu ünitelerine gönderilmesi ile sistem bir ısı pompası gibi çalışabilmekte ve iç zondan çevre zonuna ısı transferi edilebilmektedir. Dış ünite içinde bulunan kompresörler değişken devrlidir ve kısmi yüklerdeki soğutucu akışkan miktarlarını ayarlayarak kompresör enerjisinden tasarruf edilmesini sağlar.

Bu sistemde şaftlardan sadece ince soğutucu akışkan boruları ve primer hava kanalları geçtiği için şaft alanları minimuma indirilmektedir. Çevre zonda konsol tipi iç zonda ise tavan tipi kanallı VRV iç üniteleri kullanılabilir.

Sistem -15°C ye kadar dış hava ile ısı pompası modunda havalı ısıtma yapabildiğinden ayrıca ısıtma için bir kazan dairesine gerek yoktur. Ayrıca dış üniteler hava ile soğutulduklarından ayrıca bir merkezi soğutma merkezi gerekmektedir.

Avantajları:

- Merkezi kanal ve chiller grupları bulunmadığından ilk yatırım masrafları diğer alternatiflerden daha düşüktür. Ekonomi çalışması yapmaması sebebi ile işletme masraflarının 4- borulu fan-coil sisteminden daha düşüktür.
- Dış ünitelerde kompresör yedeklemesi mevcuttur.
- Dış üniteler içim merkezi ısıtma ve soğutma sistemi kadar tesisat alanı gerekmiyor.

- Kazan ve soğutma için ayrılan tesisat daireleri başka bir amaçla tekrar değerlendirilebilecek konuma geliyor.
- Her iç ünitenin enerji harcaması ve dış ünite enerjisinin iç ünitelere paylaşımı kontrol sistemi üzerinden direkt olarak okunabildiğinde, masraf paylaşımı kolayca tespit edilebilmektedir.
- Bakım ve işletme oldukça kolay olduğundan kalifiye elemanlara ihtiyaç yoktur.
- Soğutman kullanıcı mahalini tamamen kendi isteğine göre ayarlayabilme serbestliğine sahiptir.

Dezavantajları:

- VRV soğutucu akışkan hacmi bilhassa bürolarda ASHRAE Emniyet kodu tarafından tanımlanan maksimum limit miktarlarını aşabilir ve tehlike sınırlarına girebilir.
- İç hava kalitesi düşük verimli ince filtre kullanılması sebebi ilçe VAV sisteminden daha düşük olacaktır.

5.4 KONUTLAR KLİMA SİSTEMLERİ

Konutlar için alternatif havalandırma ve klima sistemlerinin tanımları aşağıda verilmiş, alternatif sistemlerin ilk yatırım maliyetleri ise EK-1 Tablo-E1.6'da gösterilmiştir. Sistemlerin birbirine karşı avantaj ve dezavantajları ekte verilen tablolarda incelenmiştir.

a- Çevrede Statik (Panel Radyatör veya Konvektör) Isıtma, Tavan Tipi 2-Borulu Fan-coil ile soğutma (Isıtma ve Soğutma Suyu Dağıtım Merkezi veya Lokal)

Bu sistemde ısıtma için bağımsız konvansiyonel merkezi bir panel radyatör veya konvektörlü ısıtma sistemi bulunacak, soğutma ise tavan tipi 2-borulu fan-coiller ile yapılacaktır. Sistem şeması ektedir.

Fan-coillerden hava dağıtım kanalları ile yapılacaktır. Taze primer hava bütün konut binası için merkezi bir sistem vasıtasıyla primer hava/egzost havası ısı geri kazanma santrali üzerinden verilecektir. Mutfak ve tuvalet egzostları aynı santralin egzost tarafına bağlanacak ve primer havanın ön ısıtılması ön soğutulması egzost havasının ön soğutulması kullanılarak primer hava santralindeki plakalı ısı geri kazanma eşanjörü ile yapılacaktır. Kışın taze hava primer hava santrali içinde ikinci kademe ısıtmaya tabi tutularak konut ve asansör lobilerine ısıtılmış olarak 21°C de verilecektir. Konutlarda primer hava, fan-coil çıkışına (CAV sabit hava debisi) kutuları üzerinden bağlanacaktır. Bu suretle fan-coil çalışmasında konutlara sürekli hava beslemesi yapılmış olacaktır.

Ortak asansör boşluklarına şartlandırılmış % 100 taze hava verilerek buralarda basınçlandırma yapılacaktır. Bu suretle konutlardaki kokunun ortak mahallere sızması önlenecektir. Konut mutfak ve tuvaletlerinden merkezi egzost sistemleri ile sürekli egzost yapılacaktır. Konutlarda oturma odaları fan-coilleri ile yatak odaları fan-coilleri birbirlerinden farklı olmalıdır. Fan-coillere soğutma suyu beslemesi her konutta dış hava ile temaslı bir bölüme konacak hava soğutmalı paket chiller ile yapılacaktır.

Radyatörler için ısıtma suyu yerde, konut girişindeki bir kollektör kutusu üzerinden dağıtılacaktır. Aynı kutu içinde bir pay ölçer cihazı bulunacaktır. Soğutma suyunun merkezi olarak dağıtılması durumunda ise soğutma ana besleme borusu da bu kutu içerisinde yer alacak ve üzerinde pay ölçeri bulunacaktır.

Sosyal alanlar için bağımsız klima santralleri öngörülmüştür. Merkezi soğutma sistemi olması halinde bu santraller de pay ölçerler üzerinden soğutma ve ısıtma suyu ile beslenecektir.

Merkezi ısıtma sisteminde 3 adet kazan grubu şönt pompalar ve ısıtma suyu dağıtım pompaları bulunacaktır. Kullanma sıcak suyu üretimi de kazan dairesinde merkezi olarak yapılacak ve su saatleri üzerinden konutlara dağıtılacaktır.

Bu sistemin başlıca dezavantajı yatak yatak odalarında ayrı ayrı sıcaklık kontrolü yapılamamasıdır.

b- Tavan İçi Kanallı Split İç Üniteler + Çevrede Panel Radyatör Sistemi + Split Dış Üniteler

Bu sistemde yukarıda a şıkında tariflenen tavan tipi fan-coiller yerine tavan tipi kanallı split iç üniteler ve her konutta hava ile temaslı bir yere konacak dış üniteler bulunacaktır. Taze hava kanallı split iç ünitelerin çıkışına CAV kutuları üzerinden verilecektir.

Isıtma için radyatör suyu merkezi kazan dairesinden verilecektir. Diğer detayları yukarıda aynen tanımlanan fan-coil sistemi gibidir.

c- Çevrede 4- Borulu Fan-Coil ve Primer Hava Sistemi

Bu sistemde ısıtma ve soğutma her dairede ve odada pencere altlarına konacak 4-borulu fan-coiller ile yapılacaktır. Fan-coiller için ısıtma ve soğutma suyu ya merkezi sistemden verilecek veya lokal paket chiller kullanılacaktır. Her daire için, yukarıda a şıkında tanımlandığı gibi bir kolektör ve ölçüm dolabı bulunacaktır. Merkezi bir kazan dairesi bulunacaktır. Diğer detaylar yukarıda a şıkında tanımlandığı gibi olacaktır.

Primer hava ve egzost sistemleri merkezi olacaktır. Bu sistemin en büyük avantajı ayrı sıcaklık kontrolü yapılabiliyor olmasıdır.

d- VRV Dış Ünite + Konsol Tipi VRV İç Üniteler:

Bu sistemde her odada pencere altlarına konacak konsol tipi VRV iç üniteleri ve her dairede bir adet dış hava ile temaslı bir yere konacak VRV dış ünitesi bulunacaktır. VRV sisteminin özellikleri yukarıda tanımlanmıştır. Merkezi bir ısıtma ve soğutma sistemi bulunmayacaktır. Primer hava ısı geri kazanma santralında egzost havası ile ön ısıtılarak konutlara direkt verilecektir. Kullanma suyu ısıtılması için ayrı bir doğalgazlı ısıtma sistemi veya ayrı bir merkezi kazan sistemi tesis edilebilir.



6. VRV KLİMA SİSTEMLERİNİN CHILLER SİSTEMLERİNE GÖRE AVANTAJLARI

VRV klima sisteminin hava soğutmalı dış ünite, iç üniteler, bakır borular, güç ve kontrol kabloları, sistemi çalıştırmak için merkezi ve uzaktan kontrol sistemlerinden oluştuğundan daha önce bahsedilmişti.

Bu sebepten, montaj işlemlerinde minimum işçilik ve elektrik işi yeterlidir.

a) Dış ünitelerde hava soğutmalı kondenser üniteleri, binanın çatısına kolaylıkla yerleştirilebilir. Yüksek katlı binalarda ise her kata rahatlıkla monte edilebilir.

Bundan dolayı, Chiller sistemlerde olduğu şekilde özel makinelere ve teçhizata gereksinim duyulmaz.

b) VRV iç ünitelerinin çeşitliliği, kullanıcıların özel ihtiyaçlarını karşılamakta ve binanın değişik yerlerine sistemin monte edilmesinde oldukça kolaylık sağlamaktadır. Yer tipi, duvar tipi, asılı tavan tipi, gömme tavan tipi ve kasetli gömme tavan tipi gibi değişik modellerde soğutma üniteleri mevcuttur.

Chiller Water Sistemlerde ise iç ünitelerdeki bu çeşitlilik yoktur.

c) VRV Sisteminin montajlanmasında, minimum işçilik ve elektrik işlerine gereksinim duyulur.

Sistemin yeni bir binaya montajı veya eski bir binada kullanılması arasında işçilik açısından hiç bir farklılık yoktur. Sistem restore edilmekte olan bir binaya da rahatlıkla monte edilebilir.

d) VRV Sisteminde , son kullanıcılar ON/OFF düğmeleri ve basit kumandalar kullanarak sistemi rahatlıkla kapatabilirler.

Dolayısıyla, Chiller Sistemlerde sistemi çalıştırmak için gerek duyulan eğitilmiş eleman ihtiyacı VRV Sistemde yoktur.

- i) VRV Sistemi, bireysel kullanım imkanlarının yanında merkezi kontrol imkanı da sunar.

Bu tip merkezi kontrol sistemi ,cihazların binada uygun yerleştirilmesi ile çalıştırılabilir. VRV Sistemi, binanın değişik odalarında sistemin performansını gözlemlenmesine olanak sağlar.

Merkezi panel sistemi sayesinde, binanın herhangi bir yerindeki çalışır durumdaki cihaz istenilen an, odaya hiç gitmeden kapatılabilir. Her hangi bir üniteye arıza meydana geldiğinde, sistem arızanın niteliğini gösterir ve onarım için acil önlem alınabilir.

- ii) İç ünitelerdeki soğutma işlemi son kullanıcının isteğine ve ihtiyaçlarına göre binanın her hangi bir yerinden istenilen ısıya getirilerek kontrol edilebilir.

Bu tür kullanım esneklikleri ve kolaylıkları Chiller Sistemlerin iç üniteleri için geçerli değildir.

Binanın herhangi bir yerinde bağımsız ısı kontrolü ve ayarı istendiğinde, bunun için özel bir sistem geliştirilmesi gerekir. Bu durum bakım masraflarını arttırırken, sistem için de ek yatırım gerektirmektedir.

6.1 VRV SİSTEMLERİNDE SEÇENEKLER

VRV Sistem de, haftanın 7 günü 24 saat binanın her hangi bir yerinde klimaların çalışma olanağı vardır. Bunun için gereken tek şey son kullanıcının , binaya girdiğinde kontrol aletinde "ON "düğmesine, binayı terk ederken de "OFF" düğmesine basmasıdır. Enerji tüketimi ,otomatik olarak, isteğe göre kendini ayarlar. Bu çalışma

kolaylığı merkezi klimalandırmalarda chiller sistemin kullanıldığı yerler için geçerli değildir.

Öncelikle , chiller sisteminde, çalışma saatleri dışında kalan zamanlarda, klimaların çalışması gerektiği yerler çok az olsa da , sistem tüm binada çalışmak zorundadır. Sonuç olarak , enerji tüketimi, birkaç iç ünitenin çalışır durumda olduğu zamanlarda bile çok yüksek olur. Bunun yanında, binada sistemin çalıştırılabilmesi için özel eğitim almış kalifiye bir ekibin bulunması gerekir.

Bu sebeple, ihtiyaç dışı zamanlarda tüm binada sistemin çalışmasını önlemek, çalışma saatleri dışında ve tatillerde sistemi çalıştırmak için gerekli olan ekip ihtiyacını ortadan kaldırmak için , chiller sistem kullanıcıları, sisteme alternatif olarak yedek pencere tipi klima üniteleri alma yoluna gitmektedirler. chiller sisteminin kullanıldığı binalarda,çeşitli tipte pencere tipi klimalar binanın değişik yerlerinde rahatlıkla görülebilir. Bu durum, binada hoş olmayan hatta çirkin görüntülere neden olmasının yanında sistemin bakımına yeni sorunlar ve zorluklar eklemekte ve bunun yanında kullanıcılar yedek klima ünitelerini sisteme dahil etmek için ek maliyetlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu alternatif yedek klima ihtiyacı VRV sistemde tamamen ortadan kaldırılmıştır.

6.2 VRV KLİMA SİSTEMLERİNDE MONTAJ AŞAMALARI

VRV Sistemi, montajda modüler sistem kullanımına olanak sağlar. Klimaların montajı ve havalandırma , binanın değişik kısımlarında veya her katta ayrı olarak gerçekleştirilebilir. Diğer bir deyişle , cihazların montajının tamamlandığı katlarda klimalar kullanıma geçer ve diğer katlarda veya binanın klima montajı yapılmamış kısımlarında montaj çalışmaları devam edebilir. Bu tür bir avantaj , chiller sistem için geçerli değildir. Chiller sistemde klimaların çalışabilmesi ve havalandırma yapılabilmesi için montaj işlemlerinin tüm binada tamamlanmış olması zorunludur.

Yani, binanın tümünde montaj işlemi tamamlanmadan, herhangi bir bölümünde - montaj işlemi tamamlansa da havalandırmanın çalıştırılmaya başlatılması mümkün değildir.

6.3 VRV KLİMA SİSTEMLERİNDE BAKIM

VRV Sisteminin bakımı çok basittir. Tüm gereken, iç ünitelerde hava filtrelerinin temizlenmesi, kondens ünitelerindeki kompresörler ve fanlar ile iç ünitelerdeki fanların periyodik olarak kontrol edilmesidir.

VRV Sisteminin bu özelliği, Chiller ünitelerindeki kompresörler ve fan-coillerdeki fanların dışında, dolaşım pompaları, borular ve valflar gibi sistemin diğer kısımlarının da düzenli olarak bakımını gerektiren chiller sistem ile büyük farklılık oluşturur.

6.4 VRV KLİMA SİSTEMLERİNDE HATA TESPİTİ

VRV Sistemde çok ender rastlanan bir durum olsa da bir arıza söz konusu olduğunda , klimalar binanın büyük bir kısmında kullanılabilir durumdadır. Diğer taraftan, arızanın tespiti ve tamir edilmesi de oldukça kolaydır.

Chiller sistemde ise chiller ünitelerindeki veya sirkülasyon pompalarındaki bir arıza , havalandırmanın binanın tamamına yakın kısmında çalışmasını engeller sistemin tamamını etkiler. Onarım çalışmaları oldukça zaman alır ve maliyeti yüksektir. Bu durum VRV Sistemde tam tersidir.

6.5 VRV KLİMA SİSTEMLERİ İLE DOĞRUDAN MALİYET TASSARRUFU

Binalarda, klimalandırma maliyeti, cihazların maliyeti yanında, montaj aşamasında, elektrik işçiliği ve diğer montaj işlerinde çalışan işçilerin masraflarını içerir. Çalışanların ücretleri ve elektrik işçilikleri müteahhit firmalar tarafından karşılanır.

Chiller sistemin montajı, VRV Sistemin montajı ile karşılaştırıldığında, daha özenli bir inşaat ve elektrik işçiliği gerektirir.

6.6 VRV KLİMA SİSTEMLERİNİN GÜNÜMÜZ KOŞULLARINA UYGUNLUĞU

Günümüzde , güç kaynağının devreden çıktığı periyotlar göz önünde bulundurularak sisteme alternatif yedek bir jeneratör dahil edilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Chiller üniteleri yüksek kapasiteli ünitelerdir. Dolayısıyla , yedek jeneratöründe bu tip yüksek kapasiteli cihazları yükünü karşılayabilecek derecede yüksek kapasiteli olması gerekir. Sonuç olarak, normal güçteki bir jeneratörden ziyade yüksek kapasiteli jeneratör gerektiren chiller sistemde projenin maliyetinin yükselmesine neden olur.

VRV Sistem, yedek jeneratöre şarjın tedricen transferine izin veren modüler çalışmaya olanak sağlar. Dolayısıyla , standart güç yüklemesini karşılayabilecek bir jeneratör , bu sistemde tüm ihtiyaçlara cevap verir. Buna paralel olarak ta, yedek jeneratörün, cihaz ve çalıştırma maliyeti düşer.

6.7 VRV KLİMA SİSTEMLERİNİN MALİYETİ

VRV Sistemi gibi çok yönlü ve bir çok teknik özelliği olan klima cihazları içeren bir sistemin maliyetinin chiller sistem gibi eşit kapasitede ama daha düşük özelliklere

sahip bir sistemden daha yüksek olduğu düşünölebilir. Fakat, çalışma esnekliği, sistemi çalıştırmak için gerekli özel eğitilmiş teknik eleman ihtiyacının olmaması, çok düşük enerji tüketimi ve daha az onarım masraflarının yanında, kolaylaştırılmış inşaat ve elektrikleme işlemleri ile, VRV cihazlarının , yüksek görünen kuruluş maliyeti fazlasıyla telafi edilmekte ve en aza indirgenmektedir.



SONUÇLAR

'Değişebilir Soğutucu Akışkan Debili Merkezi Klima Sistemlerinin Ekonomikliğinin Araştırılması' adlı bu tezde birbirlerine alternatif olabilecek ve günümüzde sıkça kullanılan merkezi klima sistemleri çalışma prensipleri, ilk yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyeti gibi karşılaştırma kriterleri göz önüne alınarak bir araştırılma yapılmıştır.

Her ne kadar ilk yatırım maliyetleri yüksek gibi görünse de işletme maliyetleri düşüklüğü nedeniyle sistem kendini ön plana çıkarmaktadır. Diğer sistemlerde kullanılan soğutucu akışkanlar genel olarak hava ve su olduğu için bunlara kıyasla çok daha yüksek ısı taşıma kapasitesine sahip olan soğutucu gazın kullanıldığı VRV klima sistemleri, büyük enerji tasarrufları sağlamaktadır. Ayrıca sahip olduğu inverter teknolojisi ve PID kontrolü sayesinde soğutucu gazın debisi tam olarak ihtiyaç duyulan miktarda ayarlanabilmekte ve böylece gereksiz enerji sarfiyatı olmamaktadır.

Sistem alternatiflerinin seçimindeki en önemli ve temel husus tüm alternatif sistemlerin projelendirme için öngörülen konfor şartlarını sağlıyor olmasıdır. Mevcut her merkezi klima sistemi mahaller için öngörülen konfor ve bina şartları için uygun olmayabilir. Dolayısıyla bu çalışmada çeşitli mahaller için farklı alternatifler sunulmuş olup, sonuçları araştırılarak ekli tablolarda detaylarıyla sunulmuştur. Bu sonuçlardan da görüleceği üzere bürolar veya konutlar gibi birbirinden bağımsız ve farklı konfor şartlarını gerektiren mahallerin sayısının , alışveriş merkezlerine kıyasla çok daha fazla sayıda olması nedeni ile VRV merkezi klima sistemleri bu mahaller için daha uygun olmaktadır.

Enerji korumunun gittikçe daha da önem kazandığı bu günlerde, her sektörde olduğu gibi, klima sektöründe de minimum enerji tüketimi ile maksimum işin yapılabileceği sistemler geliştirilmektedir. Son beş yıldır ülkemizde de kullanılan VRV klima sistemi, klima sektöründe bu ihtiyaca yönelik geliştirilmiş en yeni teknolojiye sahip sistemdir. Bu sistemin ülkemizde daha da çok kullanılacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

BEŞER Erkut, 1993, "Isı Pompaları Sistemleri", "Uluslararası Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi" Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: 154/1

FAYE C. McQuiston, JERALD D. Parker, 1994, "Heating, Ventilating and Air Conditioning Analysis and Design, Fourth Edition

KÖKTÜRK Uğur, 1994, "İklimlendirme ve Klimatoloji Tekniği, Cilt III"
Birsen Yayınları, Birinci Basım

"Birikim Mühendislik Proje Notları", 1997.

"Engineering Data 1997" VRV System, Vol. 2-1B, Daikin Industriel, Ltd.

HVAC Systems, 1993, SMACNA, Second Edition

"Teba-Daikin II Uluslararası Yapı Teknolojisi Bilimi ve Yapıda Tesisat Sempozyumu VRV Seminer Notları", 1997

"VRV System", 1997, PC96-2A
Daikin Industriel, Ltd.

"VRV System Design & Installation Instruction", 1997, Vol. Si-52B,
Daikin Industriel, Ltd.

"VRV System Option Handbook", 1997, Vol.Si-O3,
Daikin Industriel, Ltd.

INTERNET ADRESLERİ

<http://www.daikin.be/uk>

<http://www.spec.net.com.au/company/hitachi.htm>

<http://www.asiabiz.com>

<http://www.daikin.be/ge>

<http://www.acedaikin.com.sg>

<http://www.spec.net.com.au/company/daikin.htm>





EK-1

Tablo 1: 1.1-a Örnek Proje Ön Hesaplarına Dayalı Isıtma Ve Soğutma Yükleri

Kat	Mahal Adı	Klimatize Edilecek Alan	Şahıs Sayısı	Şahıs Başına Taze Hava Miktarı	Taze Hava Miktarı	Verişi Hava Miktarı	Birim Soğutma Yükü (W/m2)		Toplam Soğutma Yükü (kW)			Mahal Dizayn Isıtma Yükü	Taze Hava Isıtma Yükü	Toplam Isıtma Yükü
							Duyulur	Gizli	Duyulur	Gizli	Toplam			
		m2		l/s	l/s	l/s	Duyulur	Gizli	Duyulur	Gizli	Toplam	W/m2	kW	kW
	ALŞVERİŞ MERKEZİ													
3B	Büyük Mağaza (Batı)	3500	1000	7.5	7,500	32700	126	45	441	158	599	25	225	313
3B,2B,1B Zemin	Satış Birimleri	13253	3787	7.5	28,403		126	45	1,670	596	2,266	25	613	944
3B,2B,1B Zemin	Yürüme Alanları	8200	1491	7.5	11,183	63960	110	30	902	246	1,148	25	335	540
3B	Büyük Mağaza KD	1059	303	7.5	2,273	9894	126	45	133	48	181	25	68	94
3B	Büyük Mağaza GD	906	259	7.5	1,913	8465	126	45	114	41	155	25	58	81
2B	Food Court	1087	725	15	10,875	10875	220	197	239	214	453	15	300	316
2B	Çarşı Yönelimi ve Koridoru	202	20	10	200		95	25	19	5	24	45	3	12
2B	Büyük Mağaza	2250	643	7.5	4,823	21022	126	45	284	101	385	25	145	201
1B	Sinemalar	980	980	7.5	7,350	7350	165	144	162	141	303	25	221	246
1B	Sinema Foyer	660	350	15	5,250	5250	175	153	116	101	216	25	145	162
1B	Büyük Mağaza	1640	468	7.5	3,510	15322	126	45	207	74	280	25	105	146
Zemin	Büyük Mağaza (Batı)	2437	696	7.5	5,220	22770	126	45	307	110	417	25	64	125
Zemin	Büyük Mağaza (GİD)	1003	286	7.5	2,145	93371	126	45	126	45	172	25		25
	TOPLAM	37177	11008								6,599			3,362
	BÜRO BİNASI													
1B	Büro Girişi	325	22	15	375	2110	90	20	110	29	36	35	10	21
Zemin	Büro Girişi	375	25	15	375	2500	95	20	115	36	43	40	11	26
Sosyal	Yönelim + Sosyal Kat	430	30	14	420	2350	131	28	159	56	12	68	32	13
2K-5K	Büro Kalları	1980	198	14	2,772	15512	131	28	159	259	55	315	32	83
6K-7K	Büro Kalları	774	78	14	1,092	6064	131	28	159	101	22	123	32	33
8K-22K	Büro Kalları	7245	725	14	10,150	56760	131	28	159	949	203	1,152	32	305
23K-24K	Büro Kalları	904	91	14	1,274	7079	131	28	159	118	25	144	32	38
25K	Büro Katı	288	29	14	406	2255	131	28	159	38	8	46	32	12
	TOPLAM	12321	1198		16,814	94630					1,927			903

Tablo İ: 1.1-b Örnek Proje Ön Hesaplara Dayalı Isıtma Ve Soğutma Yükleri

Kat	Mahal Adı	Klimatize Edilecek Alan m2	Şahıs Sayısı	Şahıs Başına Taze Hava Miktarı l/s	Taze Hava Miktarı l/s	Vergi Havası Miktarı l/s	Birim Soğutma Yüke (W/m2)		Toplam Soğutma Yüke kW		Mahal Dizayn Isıtma Yüke W/m2	Taze Hava Isıtma Yüke kW	Toplam Isıtma Yüke kW
							Duyulur	Gizli	Duyulur	Gizli			
	KONUT BLOĞU-1												
2B	Konut Girişi	106	7	106	690	90	20	110	2	12	35	3	7
Sosyal	Sosyal Kat	512	90	1350	4096	125	85	210	64	108	35	41	58
2K-26K	Konut Katları	11388	698	14430		42	16	58	478	661	35	312	710
28K	Roof Bar ve Toplantı	165	110	1650	2100	165	144	309	27	51	35	50	55
	TOPLAM												
		12171		17536						832			830
	KONUT BLOĞU-2												
2B	Konut Girişi	106	7	106	690	90	20	110	10	12	35	3	7
Sosyal	Sosyal Kat	512	90	1350	4096	125	85	210	64	108	35	41	58
2K-26K	Konut Katları	11388	698	14430		42	16	58	478	661	35	312	710
28K	Roof Bar ve Toplantı	165	110	1650	2100	165	144	309	27	51	35	50	55
	TOPLAM												
		12171		17536						832			830

Tablo E.1.3 Örnek Proje Alışveriş Merkezi 4- Borulu Fan-Coil Ve Primer Hava Sistemi Önite Dağılımı Ve İlk Yatırım Maliyeti

Kat	Mahal Adı	AIU ÖZELLİKLERİ				FCU ÖZELLİKLERİ				Toplam AIU ve FCU Fiyatı (US\$)
		Tarif	Adet	Veriş Hava (l/s)	Birim Fiyat (US\$)	Montaj Fiyatı (US\$)	Toplam Fiyat (US\$)	Adet	Montaj Ortalama Birim Fiyat (US\$)	
3B	Büyük Mağaza (Süpermarket)	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	2	16,350	42,000	800	85,600	-	-	85,600
3B, 2B, 1B Zemin	Satış Birimleri	Primer Hava ve Fgzoz Isı Geri Kazanma Santrali	4	7,100	24,850	800	102,600	211	2,200	464,200
3B, 2B, 1B Zemin	Yürütme Alanları	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	3	21,320	45,000	1,000	138,000	-	-	138,000
3B	Büyük Mağaza KID	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	1	9,894	25,500	600	26,100	-	-	26,100
3B	Büyük Mağaza GID	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	1	8,465	22,000	600	22,600	-	-	22,600
2B	Food Court	% 100 Taze Hava Santrali	1	10,875	24,000	600	24,600	-	-	24,600
2B	Çarşı Yönetimi ve Koridoru	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	2	10,000	25,500	600	52,200	2	3,000	6,000
2B	Büyük Mağaza	% 100 Taze Hava Santrali ve Aksiyal Egzoz Fanı	8	900	5,000	400	43,200	-	-	43,200
1B	Sinema Salonu	% 100 Taze Hava Santrali ve Aksiyal Egzoz Fanı	1	5,250	14,500	500	15,000	-	-	15,000
1B	Büyük Mağaza	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	2	76,650	24,850	600	50,900	-	-	50,900
Zemin	Büyük Mağaza (Batı)	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	2	11,400	26,500	600	54,200	-	-	54,200
Zemin	Büyük Mağaza (GID)	Karışım Hava, Sabit Debili AIU+ Aksiyal Egzoz Fanı	1	9,371	25,500	600	26,100	-	-	26,100
	TOPLAM									1,111,300

Tablo E 1.4 Örnek Proje Alışveriş Merkezi Soğutma Ve Isıtma Sistemi İlk Yatırım Maliyetleri Karşılaştırılması

Sıra No	Tarif	4 Borulu Fan Coil Sistemi			Su Kaynaklı Isı Pompası Sistemi		
		Malzeme (\$)	Montaj (\$)	Toplam (\$)	Malzeme (\$)	Montaj (\$)	Toplam (\$)
1	Kazan ve Brülör Tesisatı (Otomatik Kontrol ve Armatürler Dahil)	130,000	7,500	137,500	96,000	6,000	102,000
2	Bacalar	90,000	3,000	93,000	7,500	2,500	10,000
3	Isıtma Suyu Pompaları	19,000	1,800	20,800	14,500	1,200	15,700
4	Chiller Grupları ve Aksesuarlar	550,000	20,000	570,000	230,000	9,000	239,000
5	Soğutma Suyu Sirkülasyon Pompaları ve Frekans Kontrolörü	76,000	6,500	82,500	22,500	2,500	25,000
6	Kule Suyu Sirkülasyon Pompaları	32,000	3,000	35,000	38,000	4,000	42,000
7	Soğutma Kuleleri, Kule Suyu Arıtma Sistemi	185,000	15,000	200,000	345,000	18,000	363,000
8	Plakalı Eşanjörler				7,500	750	8,250
9	Borulama (Vana ve Fittingsler Dahil)	660,000	Dahil	660,000	390,000	Dahil	390,000
10	İlave Ölçme Cihazları ve Panolar	135,000	15,000	150,000			
	TOPLAM			1,948,800			1,194,950

Tablo E 1.5 Örnek Proje Büro Binası Merkezi Soğutma Ve Isıtma Sistemi İlk Yatırım Maliyetleri Karşılaştırılması

Sıra No	Tarif	VAV + Panel Radyatör (\$)	4-Borulu Fan-Coil (\$)	Değişken Debili soğutucu Akışkan (VRV) (\$)
1	Klima (veya Primer İlaça) Santralleri ve Egzost Fanları(Güçlük ve Montaj, Kontrol ve Borulama Dahil)	245,000	77,000	77,000
2	İlaça Kanalları ve Aksesuarları Fiyat Farkı (Yangın Dampiri, Dampier Difüzör ve Menfez Dahil)	210,000	-	-
3	4-Borulu Fan-Coil Üniteleri (765 adet) (Kontrol Valfleri ve Otomatik Kontrol Dahil)	-	65,250	-
4	VRV İç Üniteleri (Borulama ve Aksesuarlar Dahil)	-	-	450,000
5	VRV Dış Üniteleri (Borulama ve Aksesuarlar Dahil)	-	-	600,000
6	Panel Radyatörler (Termostatik Valf, Radyatör Valfi Montaj ile Birlikte)	96,000	-	-
7	Soğutma ve Isıtma Suyu ve Kondens Borulaması ve Diğer Borulama İşleri	185,000	235,000	65,000
8	VAV Kutuları-286 Adet(Kontrol Dahil)	375,000	-	-
9	Otomatik Kontrol ve Bina Otomasyon Sistemi Fiyat Farkı	50,000	-	35,000
10	Soğutma Kuleleri, Chillerler, Soğutma ve Kondens Pompaları, Soğutma Grubu İç Borulaması ve diğer ilgili teçhizat	242,000	242,000	-
11	Kazanlar, Isıtma Suyu Pompaları ve Aksesuarları, Bacalar	168,000	168,000	-
	TOPLAM	1,571,000	787,250	1,227,000

Tablo 15.1.6 Örnek Proje Bütçe Kontrol Bloğu Klima Sistemleri İlk Yatırım Maliyetleri Karşılaştırılması

Sıra No	Tanım	Tavan İç 2-Borulu Fan-Coil + Çevrede Panel Radyatör Sistemi		Tavan İç Kanallı Split İç Ünite + Çevrede Panel Radyatör Sistemi + Split Dış Ünite		Çevrede 4-Borulu Fan-Coil		VRV Dış Ünite + Konsol Tipi VRV İç Üniteler (\$)
		Lokal Paket Chilller (\$)	Merkezi Chilller (\$)	Lokal Paket Chilller (\$)	Merkezi Chilller (\$)	Lokal Paket Chilller (\$)	Merkezi Chilller (\$)	
1	Tavan İç Fan-Coiller, Kanal Dağıtımı ve Kontrol ile Birlikte Montajlı Komple	191,880	191,880	-	-	-	-	-
2	Lokal Hava Soğutmalı Hidronik Paket Chilller Üniteleri, Komple Montajlı	275,500	-	-	-	275,500	-	-
3	Kuzey Daireler için Kanallı Split Klima Ünitesi	80,600	-	-	-	-	-	-
4	Kuzey Daireler için Tavan İç Kanallı Fan-Coil, Kanal Dağıtımı, Komple	-	29,000	-	-	-	-	-
5	Panel Radyatörler (Termostatik Valf, Radyatör Valfi montajı ile birlikte)	101,000	101,000	101,000	-	-	-	-
6	Merkezi Soğutma Suyu Sistemi	-	155,000	-	-	-	155,000	-
7	Soğutma ve Isıtma Suyu ve Kondens Borulaması ve Diğer Borulama İşlemi	76,500	215,000	-	-	132,000	215,000	-
8	Merkezi Kazan Grupları ve Bacalar Komple (Kullanma Suyu Isıtma Dahil)	205,000	205,000	205,000	-	205,000	205,000	-
9	Tavan İç Kanallı Split Klima Cihazları (Bütün Dairelerde)	-	-	611,000	-	-	-	35,000
10	4-Borulu Konsol Tipi Fan-Coiller, (Kontrol ve Montaj Dahil)	-	-	-	-	696,000	696,000	-
11	VRV İç Ünite	-	-	-	-	-	-	681,512
12	VRV Dış Ünite	-	-	-	-	-	-	623,532
13	VRV Borulama	-	-	-	-	-	-	dahil
14	Isıtma ve Soğutma Sayaç ve Kolektör Panelleri Komple	41,600	82,500	41,600	-	41,600	82,500	-
	TOPLAM	972,080	979,380	958,600	1,350,100	1,353,500	1,340,044	

Tablo E 1.7 Örnek Proje Alışveriş Merkezi Klima Havalandırma Isıtma Sistem Alternatifleri- Yıllık Enerji Sarfıyatı

Serfedilen Enerji Cinsi	Bütün Bölümlerde 4-Borulu Fan-Coil, AHU ve Primer Hava Sistemi	Bütün Bölümlerde Su Kaynaklı Isı Pompası ve Primer Hava Sistemi
Sistem Tarafından Servis Verilen Alan (m2)	26,048	26,048
AHU Fanları + Terminal (FCU ve WSPH) Fanları(kWh/yıl)	1,410,128	1,241,643
Toplam Kompresörler (kWh/yıl)	2,327,056	3,513,754
Toplam Soğutma ve Kule Pompaları (kWh/yıl)	1,394,173	830,507
Toplam Isıtma Pompaları (kWh/yıl)	36,952	18,550
Soğutma Kulçeleri (kWh/yıl)	880,180	512,236
Diğer Elektrik (kWh/yıl)	7,689	2,750
YILLIK TOPLAM ELEKTRİK ENERJİSİ (kWh/yıl)	6,056,178	6,119,440
Birim kWh Elektrik Enerjisi Fiyatı (\$/kWh)	0,075	0,075
YILLIK TOPLAM ELEKTRİK ENERJİSİ MALİYE	\$454,213	\$458,958
Toplam Doğalgaz Enerjisi (MJ)	2,772,598	277,260
Yıllık Harcanan Doğalgaz Miktarı (m3/yıl)	80,272	8,027
Birim m3 Doğalgaz Fiyatı (\$/m3)	0,23	0,23
YILLIK TOPLAM DOĞALGAZ MALİYETİ	\$18,463	\$1,846
YILLIK TOPLAM ENERJİ MALİYETİ	\$472,676	\$460,804

Tablo E 1.8 Örnek Proje Büro Binası Klima Havalandırma Isıtma Sistem Alternatifleri- Yıllık Enerji Sarfiyatı

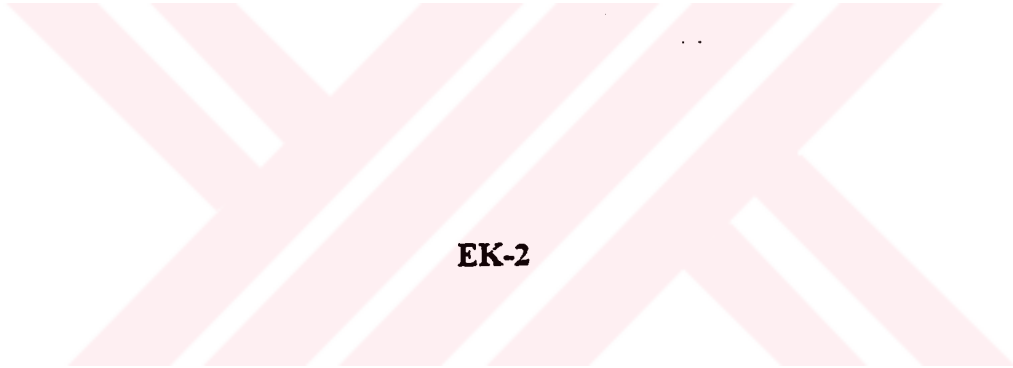
Serfeditilen Enerji Cinsi	VAV + Panel Radyatör	4-Boru lu Fan-Coil
Sistem Tarafından Servis Verilen Alan(m2)	12,191	12,191
AHU Fanları + Terminal (FCU ve WSHP) Fanları(kWh/yıl)	288,274	361,223
Toplam Kompresörler (kWh/yıl)	272,118	474,242
Toplam Soğutma ve Kule Pompaları (kWh/yıl)	187,618	414,297
Toplam Isıtma Pompaları (kWh/yıl)	15,500	45,612
Soğutma Kutileri (kWh/yıl)	131,416	215,030
Diğer Elektrik (kWh/yıl)	2,850	7,250
YILLIK TOPLAM ELEKTRİK ENERJİSİ (kWh/yıl)	897,776	1,517,654
Birim kWh Elektrik Enerjisi Fiyatı (\$/kWh)	0,075	0,076
YILLIK TOPLAM ELEKTRİK ENERJİSİ MALİYETİ	\$67,333	\$113,824
Toplam Doğalgaz Enerjisi (MJ)	1,075,764	3,375,897
Yıllık Harcanan Doğalgaz Miktarı (m3/yıl)	31,145	97,739
Birim m3 Doğalgaz Fiyatı (\$/m3)	0,23	0,23
YILLIK TOPLAM DOĞALGAZ MALİYETİ	\$7,163	\$22,480
YILLIK TOPLAM ENERJİ MALİYETİ	\$74,497	\$136,304

Tablo E 1.9 Örnekle Proje Alışverişi Merkezi İklima Havalandırma Isıtma Sistem Alternatifleri- Toplam Maliyetler Tablosu

Açıklama	Bütün Bölümlerde 4-Borulu Fan-Coil, AHU ve Primer Hava Sistemi	Satış Mahalleri ve Mağazalarda Su Kaynaklı Isı Pompası (WSHP) ve Primer Hava Sistemi
İlk Yatırım Maliyeti	\$3,030,100	\$2,610,710
Yıllık Enerji Masrafları	\$472,676	\$460,804

Tablo E 1.10 Örnek Proje Büro Binası Klima Havalandırma Sistem Alternatifleri -Toplam Maliyetler Tablosu

Açıklama	VAV + Panel Radyatör	4-Borulu Fan-Coil	VRV
İlk Yatırım Maliyeti (\$)	1,571,000	1,372,250	2,227,000
Yıllık Enerji Masrafları (\$)	74,497	136,304	105,000



EK-2

* Tablo E.2.1 Örnek Proje Alışveriş Merkezi Klima Havalandırma İstima Sistem Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Kriter	Ağırlık Faktörü	4-Borulu Fan-Coil ve Primer Hava Sistemi		Su Kaynaklı (WSIP) ve Verilen Puan	Isı Pompası Primer Hava Ağırlıklı Puan
		Verilen Puan	Ağırlıklı Puan		
Genel Hususlar					
Tesis Maliyeti	15	8	120	10	150
İşletme Maliyeti	10	9	90	10	100
Tamir, Bakım ve İşletme Kolaylığı	6	10	60	8	48
Ünite İşletme Giderlerinin Ölçülebilmesi	10	9	90	10	100
Genel Giderlerin Minimize Edilmesi	4	9	36	10	40
Arıza Halinde Yedekleme Olanakları	3	10	30	10	30
Sistemin Ömrü	4	10	40	8	32
Tadilat ve Ekipman İhtiyacına İnanç Verecek Fieksibilite	3	10	30	10	30
Güvenirlilik	3	10	30	9	27
Ömür	4	10	40	8	32
Mimari Etkiler					
Şaşı Büyüklükleri	5	9	45	10	50
Tesisat Odası İhtiyacı	7	8	56	10	70
Asma Tavan Yüksekliğinin Minimize Edilmesi	4	10	40	10	40
Sistem Performansı					
Ses Seviyesi	4	10	40	9	36
İç Hava Kalitesi	7	8	56	8	56
Sıcaklık ve Nem Kontrolü	7	10	70	10	70
Çevresel Etkiler	4	10	40	10	40
TOPLAM	100		913		951

* Ağırlıklı puan konunun önemine göre verilmiş olan Ağırlık Faktörü ile Verilen Puanın çarpımına eşittir. Verilen Puanlar TEİBA/DAIKIN'ın daha önceki aynı sistemlerle ilgili tecrübelerine dayanarak tertiplenmiştir.

* Tablo E.2.2 Örnekle Proje Büro Binası Klima, Havalandırma Ve Isıtma Sistem Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Kriter	Ağırlık Faktörü	4-Burulu Fan-Coil ve Primer Hava Sistemi		VAV Sistemi		VRV Sistemi	
		Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan
Genel Hususlar							
Tesis Maliyeti	15	9	135	8	120	10	150
İşletme Maliyeti	10	6	60	10	100	8	80
Tamir, Bakım ve İşletme Kolaylığı	6	8	48	10	60	9	54
Ünitede İşletme Giderlerinin Ölçülebilmesi	10	9	90	6	60	10	100
Genel Giderlerin Minimize Edilmesi	4	9	36	10	40	9	36
Arıza Halinde Yedekleme Olanakları	3	10	30	10	30	10	30
Sistemin Ömrü	4	9	36	10	40	9	36
Tadilat ve İkişipman İhtiyacına İnanan Verecek Fleksibilite	3	10	30	10	30	8	24
Güvenirlilik	3	9	27	10	30	6	18
Ömür	4	10	40	10	40	8	32
							0
Mimarî Etkiler							0
Sağl Büyüklükleri	5	10	50	6	30	10	50
Tesisat Odası İhtiyacı	7	9	63	8	56	10	70
Asma Tavan Yüksekliğinin Minimize Edilmesi	4	10	40	6	24	10	40
							0
Sistem Performansı							0
Ses Seviyesi	4	8	32	10	40	10	40
İç Hava Kalitesi	7	8	56	10	70	9	63
Steaklık ve Nem Kontrolü	7	8	56	10	70	9	63
Çevresel Etkiler	4	8	32	8	32	8	32
TOPLAM	100		861		872		918

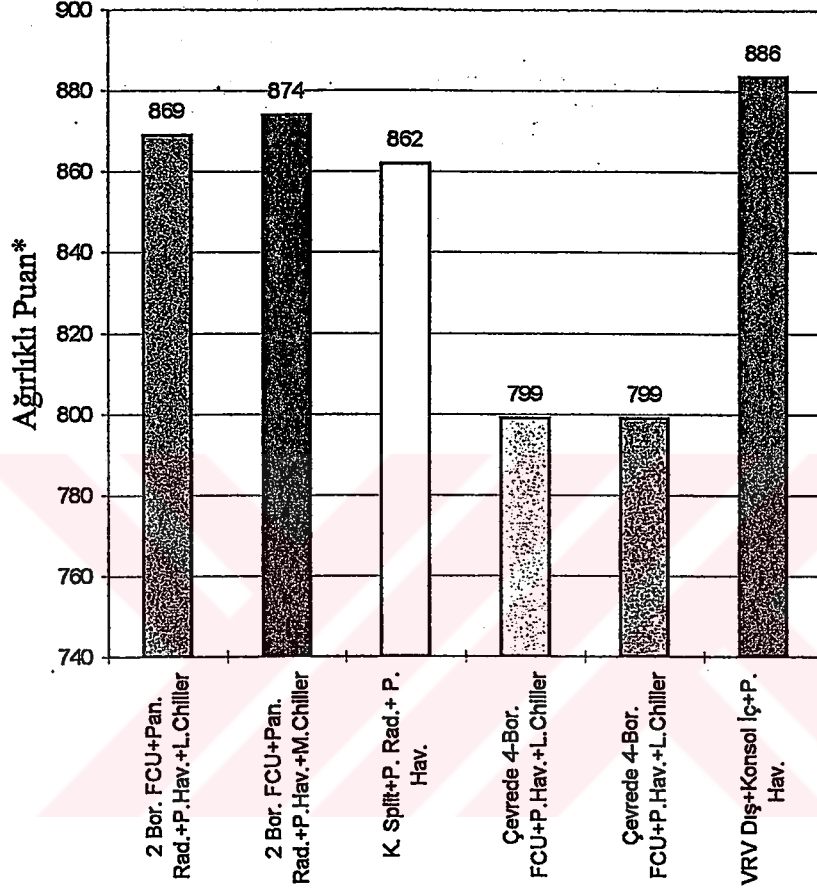
* Ağırlıklı puan konunun önemine göre verilmiş olan Ağırlık Faktörü ile Verilen Puanın çarpımına eşittir. Verilen Puanlar TİBA/DAIKIN'ın daha önceki aynı sistemlerle ilgili tecrübelerine dayanarak tespit edilmiştir.

* Tablo E.2.3 Örnek Proje Konutlar Binası Klima ,Havalandırma Ve Isıtma Sistem Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Kriter	Ağırlık Faktör	2 Borulu Fan Coil + Panel Radyatör ve Primer Hava Sistemi Lokal Chilller		2 Borulu Fan Coil + Panel Radyatör ve Primer Hava Sistemi Merkezi Chilller		Kanallı Split + Panel Radyatör + Primer Hava		Çevrede 4-Borulu Fan Coil + Primer Hava Merkezi Chilller		Çevrede 4-Borulu Fan Coil + Primer Hava Merkezi Chilller		VRV Dış Ünite + Konsol VRV İç Ünite + Primer Hava	
		Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan	Verilen Puan	Ağırlıklı Puan
Genel Hususlar													
Tesis Maliyeti	15	9	135	8	120	10	150	6	90	5	75	7	105
İçleme Maliyeti	10	8	80	9	90	7	70	7	70	8	80	10	100
Tamir, Bakım ve İşleme Kolaylığı	6	9	54	10	60	8	48	8	48	9	54	9	54
Ünite İşleme Giderlerinin Ölçülebilmesi	10	10	100	9	90	10	100	10	100	9	90	10	100
Genel Giderlerin Minimize Edilmesi	4	9	36	8	32	9	36	9	36	8	32	10	40
Arıza Halinde Yedekleme Olanağı	3	6	18	9	27	7	21	6	18	9	27	10	30
Sistemin Ömrü	4	9	36	10	40	8	32	9	36	10	40	9	36
Tadilat ve Ekipman Havasına													
İnkan Verecek Fleksibilite	3	8	24	10	30	6	18	6	18	10	30	8	24
Güvenlilik	3	8	24	10	30	7	21	8	24	9	27	6	18
Ömür	4	8	32	10	40	7	28	8	32	10	40	7	28
Mimarî Etkiler													
Şaft Boyutlukları	5	9	45	8	40	9	45	9	45	8	40	10	50
Tesal Odaın İhtiyacı	7	9	63	7	49	10	70	9	63	7	49	9	63
Asma Tavan Yüksekliğinin Minimize Edilmesi	4	8	32	8	32	8	32	9	36	9	36	10	40
Sistem Performansı													
Sev Serviyası	4	8	32	9	36	10	40	8	32	7	28	10	40
İç Hava Kalitesi	7	9	63	9	63	9	63	8	56	8	56	9	63
Sıcaklık ve Nem Kontrolü	7	9	63	9	63	8	56	9	63	9	63	9	63
Çevresel Etkiler	4	8	32	8	32	8	32	8	32	8	32	8	32
TOPLAM	100		869		874		862		799		799		816

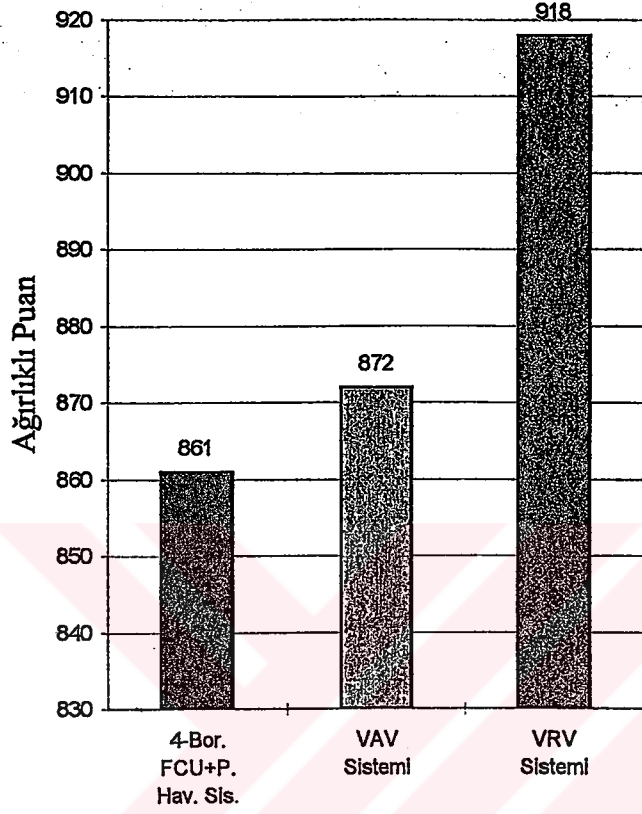
* Ağırlıklı puan konunun önemine göre verilmiş olan Ağırlık Faktörü ile Verilen Puanın çarpımına eşittir. Verilen Puanlar TEBA/DAUN'ın daha önceki aynı sistemlerle ilgili tecrübelerine dayanarak tespitlenmiştir.

Şekil-E 2.1 Konutlar Binası Klima Sistemleri Değerlendirme



*Puanlama ayrıntıları Tablo-E 2.3.de verilmiştir.

Şekil-E 2.2 Büro Binası Klima Sistemleri Değerlendirmesi



*Puanlama ayrıntıları Tablo-E 2.2.de verilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 09/02/1970

Doğum Yeri : Kayseri

İlkokul : Dumlupınar İlkokulu, Elazığ, 1977-1981

Lise : Elazığ Anadolu Lisesi, Elazığ, 1981-1988

Lisans : Fırat Üniversitesi Makine Müh. Bölümü, 1989-1991

Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Müh.

Bölümü, Isı Proses, İstanbul, 1992-1995



Yıldız Teknik Üniversitesi
Makine Fakültesi