



bu bir MMO
yayıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Değişken Soğutkan Debili Klima Sistemlerinin (VRV*) Projelendirme Esasları ve Örnek Bir Uygulama

Mustafa EYRİBOYUN

Zonguldak Karaelmas Üni.

DEĞİŞKEN SOĞUTKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİNİN (VRV*) PROJELENDİRME ESASLARI VE ÖRNEK BİR UYGULAMA

Mustafa EYRİBOYUN

ÖZET

Ülkemizde son yıllarda kullanımı yaygınlaşan değişken debili klima sistemleri (VRV), kuruluş maliyetlerinin yüksek oluşu gibi bir dezavantajın yanında, işletme maliyetlerinin düşüklüğü gibi önemli bir avantaja sahiptirler. Özellikle gelecek yıllarda enerji açığının gittikçe büyüyeceği öngörülerinin yapıldığı günümüzde, enerji tüketiminin az olduğu bu klima sistemlerinin tanıtılması ve dolayısıyla konforun daha ucuza elde edilebilmesi önemlidir.

Bu çalışmada önce VRV sistemlerinin kurulma ve işletme maliyetleri bakımından diğer klima sistemleri ile karşılaştırılmaları yapılmıştır. Sonra VRV sistemlerinin binalara yerleştirilmelerinde uyulması gereken kurallar anlatılmış ve örnek bir problem üzerinde uygulama yapılmıştır. Bu uygulamada VRV inverter serisi dış ve iç ünitelerin seçimi, REFNET joint, REFNET header ve boru çaplarının tayini ile ilave soğutucu gerekmesi halinde, bunun miktarının belirlenmesi konuları tek tek açıklanmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin gelişmişliğinin değişik ölçütleri vardır. Bunların başında da kişi başına düşen ulusal gelir yer almaktadır. Bir ülkede bu gelir ne kadar yüksek ise ülke o kadar gelişmiş (zengin) sayılmaktadır. Ulusal gelirin yüksek olduğu ülkelerde ise kişilerin konfor için yaptıkları harcamalar da gelirlerine paralel olarak artmaktadır. İnsanların konfor gereksinimlerinin başında; soğukta ısınma, sıcakta serinleme gelmektedir. İnsanoğlu için soğuktan korunma bir zorunluluk olmasına karşın, sıcaktan korunma isteği bir zorunluluk olmaktan ziyade, bir konfor isteğinin sonucudur. İnsanlar soğuktan korunmanın yollarını binlerce yıldan beri bilmekte ve uygulamaktadırlar. Sıcaktan korunmanın yollarını ise nispeten yeni keşfetmiştir ve bu işlem de klima sistemleri ile mümkün olabilmektedir.

Klima sistemleri öncelikle bir ortam havasının sıcaklık, nem ve içerdiği toz miktarı gibi değerlerini belirli sınırlar içinde (insanların rahatsızlık hissetmeyecekleri düzeyde) tutmaya yarayan sistemlerdir. Ancak gelişen konfor anlayışı ile bunlara ilaveten, klima sisteminlerine; ortam havasındaki kokuyu uzaklaştırma ve CO₂ gazının ortam havasındaki düzeyinin belirli bir değeri aşmasına engel olma gibi görevler de yüklenmiştir. Özellikle elektronik alanındaki hızlı gelişmeye paralel olarak bu yüzyılın son çeyreğinde klima sistemleri de hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Bu konuda ulaşılan en ileri nokta ise VRV (*Variable Refrigerant Volume*=Değişken Soğutkan Debili) klima sistemleridir. VRV klima sistemleri esas itibarıyla, 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 bağlanabilir, ayrıca dış üniteler de modüler yapıda olup, çok sayıda dış ünite

* VRV Daikin Industries, Ltd.'in ticari markasıdır.

birbirine bağlanabilirler. Bütün bu ünitelerden oluşan sistem, hem ayrı ayrı hem de merkezi olarak kontrol edilebilirler. Yine mikroprosesör teknolojisi sayesinde her bir iç ünite ayrı ayrı kullanma programına göre çalıştırılabilirler. Bu özellikleri ile VRV sistemleri modern binalarda yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar. Çünkü modern binalarda, bir alanda aynı anda değişik şartlar olabilmektedir. Dolayısıyla gün veya yıl boyunca ısıtma veya soğutma işlemine ihtiyaç duyulabilmektedir. Örneğin bir toplantı salonundaki ısı yükü orada bulunan kişi sayısına ve günün saatine bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca bilgisayar, forokopi ve aydınlatma araçları vs. gibi cihazlar nedeniyle de yıllık ısı yükü artmaktadır. Büyük ve geniş binalarda ısı yükünün yöne bağımlılığı da artmaktadır. Özellikle mevsim değişimlerinin yaşandığı günlerde aynı binanın kuzeye bakan cephelerinde soğutma gerekmezken, hatta akşamları ısıtma gerekirken, güneye bakan cephede soğutma ihtiyacı ortaya çıkabilir. Bu gibi problemlerin çözümü için şimdiye dek *çiller + boyler + dört borulu fan-coil sistemi* kullanılagelmiştir. Bu sistemler hem çok karmaşık hem de pahalıdırlar.

VRV sistemlerinin Japonya'daki öncülüğünü Daikin firması yapmış olup bu alandaki çalışmalarına 1980'lerde başlamıştır. Şu anda ise Hitachi, Mitsubishi ve Panasonic vs. gibi firmalar da bu alanda üretim yapmaktadırlar.

Klima sistemlerinin sınıflandırılmasında, VRV klima sisteminin yeri çok net olarak belirtilmemiştir. Çünkü VRV sistemi, soğutkanın iç üniteye direkt genişmesi ve her bir mahaldeki iç ünitenin diğerlerinden bağımsız olarak çalıştırılabilmesi bakımından; bağımsız, soğutkanlı sistemler olarak değerlendirilebileceği gibi, aynı dış üniteye çok sayıda iç ünite bağlantısına imkan vermesi bakımından, merkezi sistem içinde bir alt grup olarak da düşünülebilir. Yada burada önereceğimiz gibi üçüncü bir sınıf olarak da ele alınabilir [Tablo 1].

Tablo 1. Klima Sistemlerinin Sınıflandırılması

KLİMA SİSTEMLERİ

MERKEZİ SİSTEMLER

Tamamen Havalı Sistemler

- Çiller - Hava hazırlama ünitesi - Kanal sistemi (CAV)
(CAV : Constant Air Volume = Sabit Hava Debili)
- Çiller - Hava hazırlama - Kanal - VAV ünitesi
(VAV : Variable Air Volume = Değişken Hava Debili)

Hava+Su ile Çalışan Sistemler

- Her katta hava hazırlama ünitesi - Kanal sistemi
- Birincil hava - İndüksiyon ünitesi

Tamamen Su ile Çalışan Sistemler

- Çiller - İki borulu fan-coil sistemi
- Çiller - Dört borulu fan-coil sistemi

BAĞIMSIZ (= Ayrık = Individual) SİSTEMLER

Soğutkanlı Sistemler (Direk genişmeli sistemler)

- Paket tipi klima cihazları
- Çoklu-split klima sistemleri
- Pencere tipi klima cihazları

→ VRV SİSTEMLERİ (VRV⁺ = Variable Refrigerant Volume = Değişken Soğutkan Debili)

KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Klima sistemlerinin değişik özellikler bakımından global olarak karşılaştırılması [Tablo 2]'de verilmiştir. İş akışkanına bağlı olarak, ihtiyaç duyulan elektriksel güç ve gerekli tesisat bakımından başka bir karşılaştırma da [Tablo 3]'de verilmiştir.





Tablo 2. Klima Sistemlerinin Değişik Kriterlere Göre Karşılaştırılması⁺

Klima sınıfı Ana Grup	Klima sınıfı Alt grubu	Maliyet		Bağımsız işletme	Havalandırma performansı	Alan Gereksinimi
		Kuruluş	İşletme			
Tamamen havalı	CAV - tek kanal	Orta	Yüksek	Olanaksız	Yüksek	Orta
	VAV - tek kanal	Yüksek	Düşük	Olanaklı	Yüksek	Orta
Hava+Su	Her katta hava hazırlama - kanal	Yüksek	Orta	Olanaksız	Orta/Yüksek	Büyük
	İndüksiyon Sis.	Yüksek	Orta	Olanaklı	Yüksek	Orta/Büyük
Tamamen su	2 borulu fan-coil	Düşük	Orta	Olanaklı	Düşük	Küçük
	4 borulu fan-coil	Orta	Orta/Yük.	Olanaklı	Düşük	Orta/Küçük
Soğutkanlı sistem	Paket tipi	Düşük	Düşük	Olanaklı	Düşük	Büyük
	Çoklu-split	Orta	Düşük	Olanaklı	Düşük	Küçük

⁺ : Bu karşılaştırma Kaynak [1]'den alınmış olup Japonya koşulları için verilmiştir. Maliyetler ülkeden ülkeye değişiklik gösterse bile genel olarak sınıflandırmanın değişmeyeceği söylenebilir.

Yukarıdaki sınıflandırmada VRV yer almamaktadır. Ancak kuruluş maliyetinin yüksek, buna karşılık işletme maliyetinin düşük olduğu bilinmektedir. VRV inverter kontrollü ısı pompası sistemi ile çiller+fan-coil sisteminin, 5 yıllık bir süre için, kuruluş ve işletme masrafları bakımından yapılmış bir karşılaştırması [2]'de verilmiştir. Buna göre VRV sistemi toplam maliyet bazında %14 daha ucuzdur. Isı transferi maddesi (iş akışkanı) bakımından ele alındıklarında; soğutkanlı tip (direkt genleşmeli) klima sistemleri (VRV sistemleri de bu grup içinde düşünülebilir), tüm hava ve tüm su sistemlerine göre daha az elektriksel güç ve tesisat için daha az alan/hacim gerektirirler [Tablo 3]. Tablo 3'ün incelenmesinden görüleceği üzere; soğutkanlı sistemlerdeki güç gereksinimi 100 olarak kabul edilirse, tamamen su ile çalışan sistemlerde bu rakam 188'e, tamamen hava ile çalışan sistemlerde ise 296'ya çıkmaktadır. Tesisat bakımından da soğutkanlı tipler daha avantajlıdır: Soğutkanlı sistemlerde, 25.4 mm ve 65 mm çapında iki boru ile iş görülebilirken, sulu sistemlerde 89 mm çapında iki boru, havalı sistemlerde ise bir kenarı 900 mm (veya eşdeğeri dikdörtgen) olan bir kanal gerekmektedir.

Tablo 3. İş Akışkanına Göre Gerekli Elektriksel Güç İhtiyacına Bakımından Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması (100 000 kcal/h'lik ısı yükü için), [1].

Madde	Güç Gereksinimi (kW)	%	Harcama Yeri	Tesisat Boyutları	
				Sıvı	Gaz
Soğutkan	2.5	100	İç ünite fanı	 φ 25.4 mm	 φ 65 mm
Su	4.7	188	Popma + İç ünite fanı	 φ 89 mm × 2	
Hava	7.4	296	Vantilatör	 900 mm	

VRV KLİMA SİSTEMİNİN KISIMLARI

Bir VRV klima sistemi şu birimlerden oluşur:

- 1) Dış ünite,
- 2) İç ünite,
- 3) Soğutkan boruları ve fittingsler (REFNET joint, REFNET header),
- 4) Kontrol sistemi.

Dış Ünite

VRV sisteminde dış ünite, içerisinde iki kompresör ve iki ısı değiştirgeci bulunduran bir cihazdır. Bu kompresörlerden biri normal, sabit devirli diğeri ise frekans kontrollu 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. Inverter kompresörün kapasitesi sistemin ihtiyacını karşılayamayacak hale geldiğinde (inverter kompresör maksimum kapasiteye ulaştığında), normal kompresör tam güçle devreye girer, ihtiyacın geri kalan kısmını inverter kompresör karşılar. Dış ünite içindeki 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 çalışıyorsa, 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 sistemler için geçerlidir. Dış üniteler, inverter teknolojisi sayesinde değişen ısıtma/soğutma yüküne göre, minimum kompresör gücü gerektirecek şekilde kendilerini ayarlarlar. Dış üniteler 5, 8 ve 10 HP gibi değişik güçlerde (kapasitelerde) üretilirler.

İç Ünite

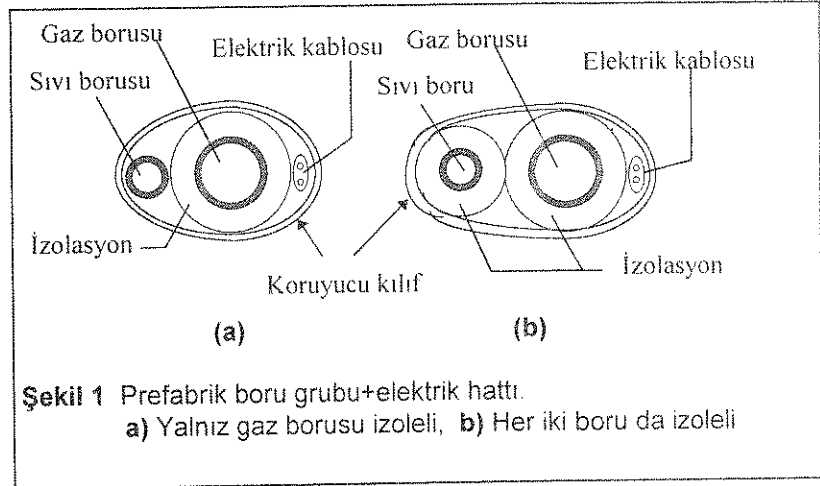
İç ünite, bünyesinde bir fan ve bir ısı değiştirgeci bulundurmaktadır. Isı değiştirgeci, yalnız soğutma yapan tiplerde evaporatör işlevine sahipken; heat recovery sistemlerde, soğutma modunda çalışırken evaporatör, ısıtma modunda çalışırken kondenser olarak görev yaparlar. İç ünite bünyesinde bulunan fan ve motoru bir gürültü kaynağı olmakla birlikte, iyi bir ses yalıtımı sayesinde ses seviyesi kabul edilebilir seviyelere düşürülmüştür. Ses seviyesi modelden modele değişmekle birlikte, 27 dB (tavana takılan iki yönde hava üfleyen, kaset tipi) ile 50 dB (tavana takılan kanal tipi) arasında değişmektedir. Ayrıca iç üniteden 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 hacimin özelliğine göre çok çeşitli tip ve kapasitede üretilirler. Kapasiteleri 2000, 2500, 3200, 4000, 5000, 6300, 8000, 10000, 12500, 20000 ve 25 000 kcal/h şeklindedir. Bu sayede hesaplanan ısı yüküne en yakın değerde iç ünite seçmek mümkün olmaktadır. İç üniteler, mahal içinde yerleştirildikleri yere göre değişik tiplerde imal edilmektedirler. 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 built-in tip,
- Tavana takılan kanal tipi,
- Tavana asılan tip,
- Duvara asılan tip,
- Döşemeye oturtulan tip,
- Döşemeye oturtulan gizli tip.

Soğutkan Boruları ve Fittingsler (REFNET joint, REFNET header)

Bütün soğutkan devrelerinde deokside edilmiş forforlu dikişsiz bakır borular 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 üretici firmaları aynı zamanda kendi cihazlarının bağlantılarında kullanılmak üzere ürettikleri boru+kablo grupları da bulunmaktadır. Bu gruplar içinde sıvı borusu, gaz borusu ve elektrik kabloları tek bir koruyucu kılıf içinde bulunurlar (Şekil 1). Bu prefabrik grubun kullanılmasıyla montaj için gerekli süreden tasarruf edilmiş olunur. Burada izolasyon maddesi olarak en az 10 mm kalınlığında cam elyaf yada polietilen köpük kullanılır. Şekil 1'dekine benzer olarak, ısı geri kazanımlı sistemler için üç borulu prefabrik grup da vardır.



Şekil 1 Prefabrik boru grubu+elektrik hattı.
a) Yalnız gaz borusu izoleli, b) Her iki boru da izoleli

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 (=soğutkan çatalı)** ve **REFNET header (=soğutkan başlığı)**. REFNET joint olarak adlandırılan parça, bir borunun ikiye ayrıldığı yada iki borunun birleştiği, özel olarak üretilmiş bir parçadır (Şekil 2 - a). REFNET header ise bir borudan birkaç kola ayrılmaya veya birkaç koldan gelen akışkanın tek boruda toplanmasına imkan veren bir parçadır (Şekil 2-b). REFNET headerlar 4, 6 ve 8 çıkışlı olarak imal edilmektedirler.

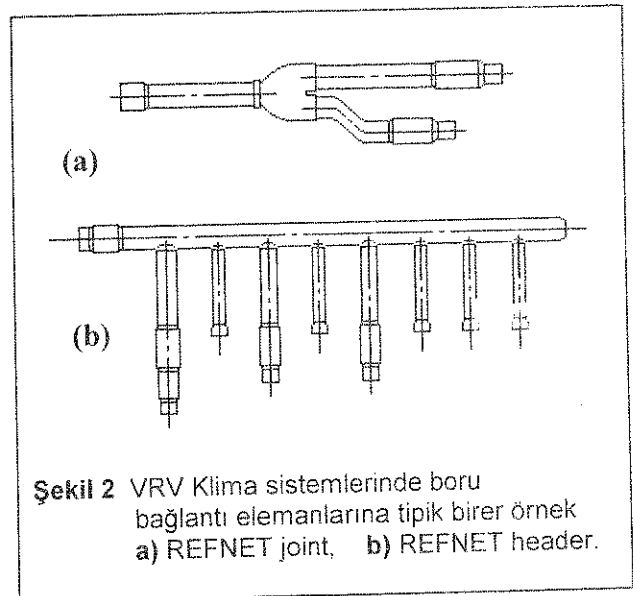
Kontrol Sistemi

Elektronik ve özellikle bilgisayar alanındaki gelişmeler, klima sistemlerindeki son derece karmaşık kontrol problemlerinin çözülebilmesini mümkün kılmıştır. VRV klima sistemlerinde kontrolden anlaşılması gerekenleri 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 sıcaklığına) bağlı olarak, yeteri kadar soğutkanın kısılarak iç üniteye geçişine izin verir. Uygulanan PID kontrol sayesinde oda sıcaklığı ± 0.5 °C hassasiyetinde kontrol altında tutulabilir. Son kullanıcı oda içinde bulunan (telli veya telsiz) bir uzaktan kumanda ile cihazın hangi modda (ısıtma /soğutma) çalışacağını, oda sıcaklığını, fan hızını, hava üfleme yönünü tayin edebilir ve ayrıca cihazın çalışma saatlerini programlayabilir. Mahalde bulunan



Şekil 2 VRV Klima sistemlerinde boru bağlantı elemanlarına tipik birer örnek
a) REFNET joint, b) REFNET header.

kumanda cihazlarında ayrıca, servis işlerini kolaylaştıracak hata kodlarını okuma özellikleri de bulunmaktadır.

VRV sistemlerinde ölçülen fiziksel büyüklüklerin değerlendirilmesi ve uygun kontrol işlemi PC Board (bilgisayar kartı) ile sağlanmaktadır. Bu kart üzerinde önceden yüklenmiş olan bir bilgisayar programı sürekli olarak çalışmaktadır. Bu kart üzerinde bulunan anahtarlar (switch) ile de sistemin başlangıç ayarları vs. yapılabilir. VRV 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 kurmak da mümkündür. Her iki durumda da bütün sistem aynı merkezden beraberce kontrol edilebilir. Ayrıca VRV sistemleri önerilen arabirimler kullanılarak, akıllı bina olarak adlandırılan **Building Management System (BMS) = Bina Yönetim Sistemi (BYS)** bilgisayar paket programları ile yönetilen binalarda kullanılan bilgisavarlara doğrudan bağlanabilme özelliklerine sahiptirler. Uygulamada bulunan ve VRV sistemlerinin de bağlanabileceği BMS'ler yanda verilmiştir.

BYS (BMS)'nin adı	Üreticisi
System 6000	LANDIS & GYR
Butics-EX/II	NEC
MS2000	Staeafa Control
savic-net	Yamatake Honeywell
METASYS	Yokogawa Johnson Controls

PROJELENDİRME VE BAĞLANTILARDA DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR

Bir klima sistemi projelendirilirken, sisteminin yalnız soğutma mı, yoksa ısıtma + soğutma mı yapacağına karar verilmelidir. Bir binada VRV klima sistemi kurulması isteniyorsa diğer herhangi bir klima sisteminde olduğu gibi, klima edilecek mahalli zonlara ayırmak ve her bir zon için saat saat ısı yüklerini hesaplamak gerekmektedir.

İç ve dış ünitelerin seçimi ve yerleştirilmeleri ile ilgili notlar :

İç üniteler, herhangi bir zon için günün saatlerine göre hesaplanan ısı yüklerinden en yüksek olanına en yakın değerde olacak şekilde seçilirler. Firmalar dış ve iç dizayn sıcaklıklarına göre abaklar hazırlamışlardır. Bu abaklardan, iç ve dış dizayn sıcaklıkları ve oda ısı yüküne bağlı olarak iç ünitenin modeli ve toplam kapasitesi okunabilir. Ancak bu şekilde iç ünite seçimi tamamlanmış olmaz. Seçilen iç ünitelerin kapasite indekslerine bağlı olarak dış ünitenin modeli ve kapasite oranı tablolardan okunur. Sonra bu kapasite oranı ve dizayn sıcaklıkları için dış ünitenin toplam kapasitesi ilgili abaklardan okunur. Daha sonra da dış ünite toplam kapasitesi, daha önce seçilmiş olan iç ünitelere paylaşılır. Eğer herhangi bir iç üniteye düşen pay, oda ısı yükünden büyükse seçilen iç ünite doğrudur. Bu sağlanamazsa ilgili mahal için bir üst kapasiteye sahip ünite seçilerek yukarıdaki işlemler tekrarlanır. İç ünitelerin kapasiteleri sistemdeki eşdeğer boru boyuna bağlı olarak da bir miktar düşerler. Bu düşme de dikkate alınarak bulunan kapasite odanın ısı yükünden küçük olmamalıdır. Eşdeğer boru boyuna ait bilgi daha sonra verilecektir. İç ünitelerin mahal içine yerleştirilmelerinde, mahal içinde uygun bir sıcaklık ve hava hızı dağılımı elde edilmesi hususlarına dikkat edilmelidir. Bu da tabii ki hangi tip iç ünite kullanıldığıyla doğrudan ilgilidir.

Dış üniteler %50 ile %130 arasında değişen kapasitelerde çalışabilirler. Seçilecek dış ünitenin toplam kapasitesi ve kapasite oranı, yukarıda iç ünitelerin seçimi konusu anlatılırken değildiği gibi, seçilmiş olan iç ünitelerin kapasite indeksleri toplamına bağlıdır. Bu konuda daha detaylı bilgi ileride, Uygulama başlığı altında verilecektir. Seçilen dış üniteler her kata bir veya birkaç tane olmak üzere yerleştirilebileceği gibi, bütün binaya ait dış ünitelerin hepsi binanın çatısına da yerleştirilebilirler. Toplam ısı yüküne bağlı olarak dış ünitelerin seçiminde bir firmanın önerdiği kombinasyonlar [Tablo 4]'de verilmiştir. Dış ünitelerin boyutları ve ağırlığı, bunların normal asansörlerle çatıya

çıkarılmalarına imkan verecek değerlerdedir. Diğer klima sistemlerine göre hafif olmaları, bunların çatıya yerleştirilmelerini ve dolayısıyla binaların giriş veya bodrum katlarında kullanım alanı açılmasını mümkün kılar. Dış ünitelerin seçiminde zonlama da önemli bir yer tutar. Bina zonlara ayrılırken, her bir zonun ısı yüklerinin birbirine yakın olmasına ve buralarda klima cihazına ihtiyaç duyulan saatlere dikkat edilmelidir. Örneğin yatak odaları, öğretim elemanları odası, idari bürolar, ve dershaneden oluşan bir eğitim merkezinde, gündüzleri yatak odalarının klima edilmesine gerek olmayacaktır. Burada sadece yatak odalarından oluşan bir zon seçilir ve buna da bir dış ünite bağlanırsa, bu dış ünite günün büyük bir bölümünde atılacaktır.

Soğutkan devresi ile ilgili bilgiler :



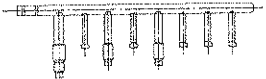
Dış ünitelerin kapasiteleri sistemdeki eşdeğer boru boyuna bağlı olarak bir miktar düşer. Bu nedenle, iç ünitelerin yerleştirilmelerinde, eşdeğer boru boyunu en kısa tutacak kombinasyonlara dikkat edilmelidir. Soğutkan devrelerinde kullanılan fittingslere ait eşdeğer boru boyları [Tablo 5]'de verilmiştir. Eşdeğer boru boyu ise (1) denklemi yardımıyla hesaplanabilir.

VRV klima sistemi kurulurken ana borudan ayrılmalar REFNET joint veya REFNET headerler yardımıyla yapılır. REFNET jointten sonraki her iki kol üzerine yeni bir REFNET joint konulabilir yada kollardan birine REFNET joint, diğerine REFNET header konulabilir. Ancak REFNET headerden sonraki kollardan hiç birine REFNET joint veya REFNET header konulamaz. Ard arda bağlanabilecek REFNET joint sayısı, dış ünitenin destekleyebileceği içi ünite sayısı ile sınırlıdır. İmkan dahilindeki değişik bağlantı örnekleri Şekil 3'de verilmiştir. Karışıklık yaratmamak için sadece tek hat çizilmiştir. Gerek REFNET joint gerekse REFNET headerlerin kollarından biri, gelecekte olası bir bağlantı için boş bırakılabilir veya iptal edilebilir.

Eşdeğer boru boyu, metre olarak,

$$L_e = L_g + a \times L_L + b \times L_{RJ} + L_{RH} \quad (1)$$

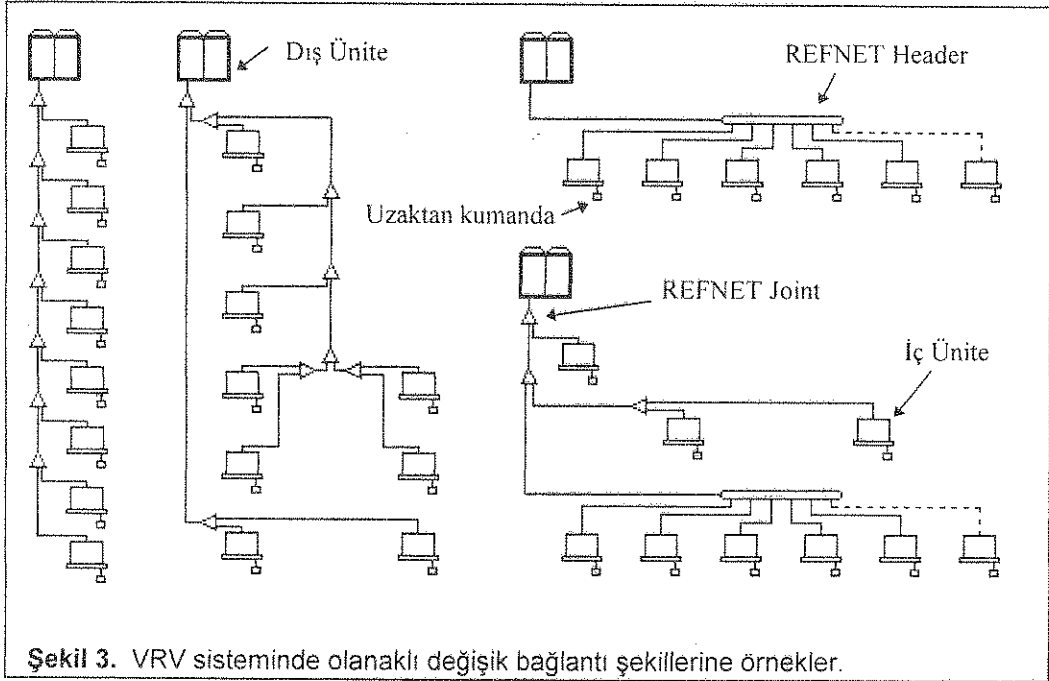
Tablo 5. Soğutkan fittingslerine ait eşdeğer boru boyları [1].

Model	L parçası (L _L) (m)	REFNET Joint (L _{RJ}) (m)	REFNET Header (L _{RH}) (m)
Nominal boru çapı (mm)			
6.4	0.16	0.5	1.0
9.5	0.18		
12.7	0.20		
15.9	0.25		
19.1	0.35		
22.2	0.40		
25.4	0.45		
28.6	0.50		
31.8	0.55		
38.1	0.65		
44.5	0.80		
50.8	0.90		

Tablo 4. Daikin firmasının sistem konfigürasyonu için önerisi [3].

Toplam (HP)	Toplam ünite sayısı	Sistem konfigürasyonu
5	1	5 K
8		8 K
10		10 K
13	2	5 K + 5 K
15		5 K + 8 K
16	3	5 K + 10 K
18		5 K + 5 K + 5 K
20	2	8 K + 8 K
21		8 K + 10 K
23	3	5 K + 5 K + 10 K
24		5 K + 8 K + 8 K
25		5 K + 8 K + 10 K
26		8 K + 8 K + 8 K
28		5 K + 10 K + 10 K
28		8 K + 8 K + 10 K
30		8 K + 10 K + 10 K
30	10 K + 10 K + 10 K	

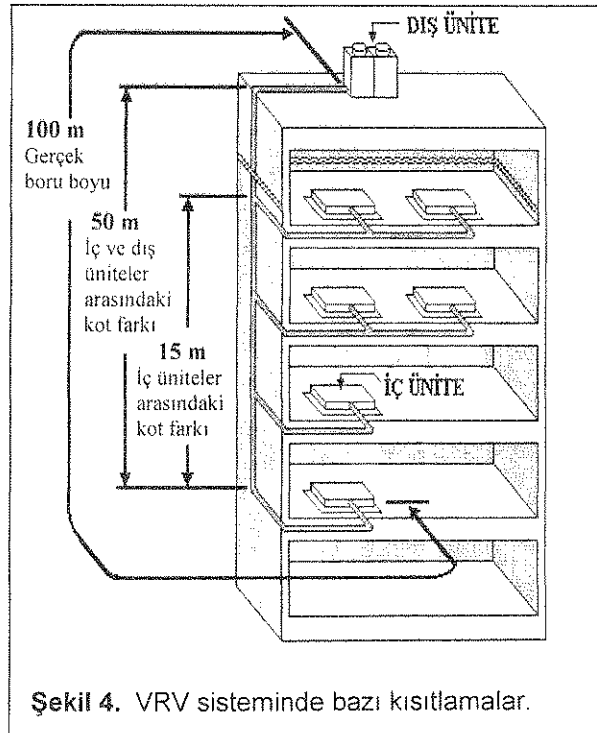
formülüyle hesaplanabilir. Burada L_e , eşdeğer boru boyunu; L_g , gerçek boru boyunu; a , hat üzerindeki L parçası sayısını; L_L , L parçası için eşdeğer boru boyunu; b , hat üzerindeki REFNET joint sayısını; L_{RJ} , REFNET jointe ait eşdeğer boru boyunu, L_{RH} ise REFNET headerine ait eşdeğer boru boyunu ifade etmektedir. Dikkat edilirse (1) Denklemine, REFNET header sayısına ait katsayı bulunmamaktadır. Bunun nedeni, daha önce söylendiği gibi, bir iç üniteye giden hat üzerinde yalnız bir REFNET header bulunabilmesidir.



Şekil 3. VRV sisteminde olanaklı değişik bağlantı şekillerine örnekler.

Bir dış üniteye bağlanabilecek iç ünite sayısı onun markasına ve kompresör gücüne bağlıdır. Örneğin Daikin ürünü 5 HP'lik dış üniteye en çok 8 iç, 8 HP'lik dış üniteye en çok 13 ve 10 HP'lik dış üniteye de en çok 16 iç ünite bağlanabilmektedir. 32 iç ünite destekleyen dış üniteler de 1996'da Japonya pazarına sürülmüştür. Daha az sayıda bağlantı yapılabilir ancak daha fazla sayıda bağlantı yapılamaz.

Boru boyları ve cihazlar arasındaki kot farkları ile ilgili bazı sınırlamalar da getirilmiştir. Örneğin; dış ünite ile en uzak iç ünite arasındaki gerçek boru boyu 100 m'yi, dış ünite ile en alt seviyedeki iç ünite arasındaki kot farkı 50 m'yi ve iç üniteler arasındaki kot farkı 15 m'yi geçmemelidir (Şekil 4). Eğer dış ünite, iç ünitelerden daha alt seviyeye yerleştirilmiş ise, dış ünite ile en üst seviyedeki iç ünite arasındaki kot farkı 40 m'yi geçmemelidir [3], [4].



Şekil 4. VRV sisteminde bazı kısıtlamalar.

REFNET joint ve REFNET header seçilmesi ile boru çaplarının tayini konuları uygulama içerisinde anlatılacaktır. Ayrıca VRV sistemlerinde boru çapı ve boyuna bağlı olarak, sisteme ilave edilmesi gereken soğutkan miktarının nasıl hesaplanacağı da uygulama içerisinde anlatılacaktır.

UYGULAMA ÖRNEĞİ

Burada verilen örnek VRV sistemleri hakkında bir fikir vermeyi amaçlamaktadır. Türkiye’de bu konuda henüz yeterli bilgi birikimi bulunmamaktadır ve konu hakkında yayın bulmak da mümkün değildir. Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı’nın (Japan International Cooperation Agency=JICA) organize ettiği ve Daikin firmasınınca her yıl Osaka’da (Japonya) yürütülen, "Air-Conditioning Engineering Course"na bu konu ilk defa 1996 yılında dahil etmiştir. Burada verilen örnek de bu kurs dahilinde edinilen bilgilerden hareketle ve [3] no.lu yayından faydalanılarak hazırlanmıştır.

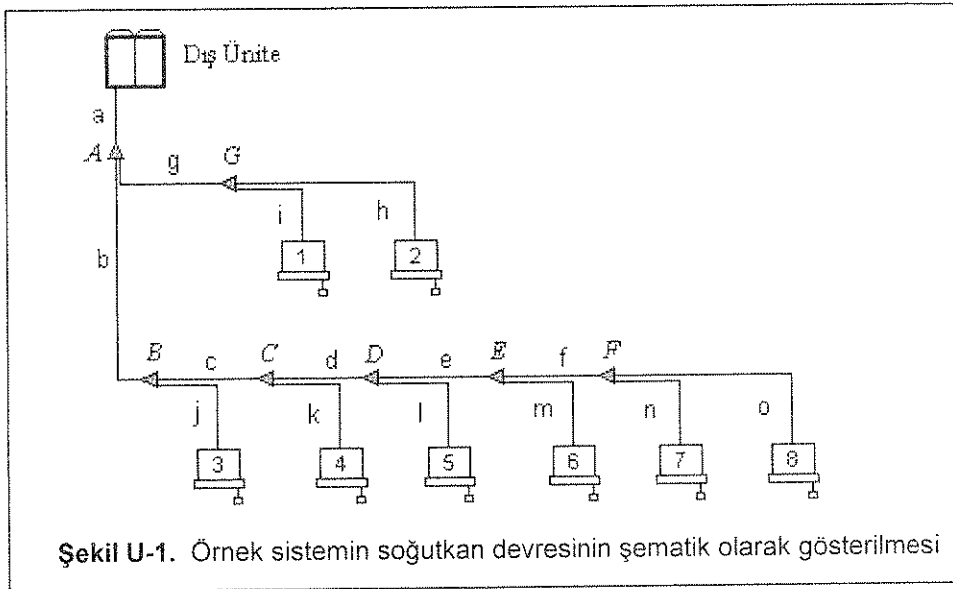
Verilenler :

- İç dizayn yaş termometre sıcaklığı = 20 °C, dış dizayn kuru termometre sıcaklığı = 33 °C
- Soğutma yükleri:

Tablo U-1.

Mahal	Oda No:1	Oda No:2	Oda No:3	Oda No:4	Oda No:5	Oda No:6	Oda No:7	Oda No:8
Soğ.Yükü (kW)	2.9	2.7	2.5	4.3	4.0	4.0	3.9	4.2

- Güç kaynağı: 3 fazlı, 380 V, 50 Hz
- Sistemdeki bütün iç üniteler ve dış ünite aynı düzlemde (aralarında kot farkı yok). Yerleştirme planı şematik olarak Şekil U-1'deki gibi olsun. Boru boyları proje üzerinden ölçülerek bulunmuş ve şu şekilde verilmiş olsun: a=30, b=5, c=5, d=5, e=3, f=2, g=5, h=5, l=5, j=5, k=5, l=5, m=5, n=5, o=5 (Ölçüler metre)



Burada ilk yapılacak iş Şekil 4’de verilen kuralların ihlal edilip edilmediğinin kontrolüdür. Kot farkı olmadığı bildirilmiştir. O halde dış ünite ile en uzak iç ünite arasındaki boru boylarına bakılmalıdır. Şekil U-1’e göre 2 ve 8 no.lu ünitelerin uzaklığı kontrol edilmelidir:

2 no.lu iç ünite: $= a + g + h$
 $= 30 + 5 + 5 = 40 \text{ m} < 100 \text{ m}$

8 no.lu iç ünite için: $= a + b + c + d + e + f + o$
 $= 30 + 5 + 5 + 5 + 3 + 2 + 5 = 55 \text{ m} < 100 \text{ m}$

olarak bulunur. Dolayısıyla sistem Şekil 4’deki kurallara uymaktadır.

İç ünitelerin seçilmesi:

İç üniteler, verilen dizayn sıcaklıklarına bağlı olarak firmanın verdiği tablolardan seçilebilir. Burada [3]'den yapılan seçimlere göre ünite ölçüleri ve dizayn sıcaklıkları için toplam kapasiteleri Tablo U-2'de verilmiştir. Seçimin yapıldığı tablolar çok yer kapladığından burada verilmemiştir. Tablo U-2'deki kapasite değerleri, o iç ünitenin dizayn sıcaklıklarındaki toplam kapasitelerini ifade etmektedir. Bu değerler aşağıda anlatıldığı şekilde değişecektirler.

Tablo U-2.

Mahal	Oda No:1	Oda No:2	Oda No:3	Oda No:4	Oda No:5	Oda No:6	Oda No:7	Oda No:8
Soğ.Yükü (kW)	2.9	2.7	2.5	4.3	4.0	4.0	3.9	4.2
Ünite ölçüsü	25	25	25	40	40	40	40	40
Kapasite (kW)	3.0	3.0	3.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8

Ancak işlem burada bitmemektedir. Bu iç ünitelere bağlı olarak seçilecek olan dış ünitenin toplam gücünden, bu iç ünitelere düşecek olan payları bulmak gerekmektedir. Bu paylar iç ünitelerin yeni kapasiteleri olacaktır. Önce dış üniteleri seçmeliyiz.

Dış ünitelerin seçilmesi:

Burada iç ünite kapasite indeksleri toplamından hareket etmek gerekmektedir. Ancak önce değişik iç üniteler için firmanın verdiği kapasite indekslerini verelim [Tablo U-3].

Tablo U-3. İç ünitelerin kapasite indeksleri, [3].

Ünite ölçüsü	Model 20	Model 25	Model 32	Model 40	Model 50	Model 63	Model 80	Model 100	Model 125	Model 200	Model 250
Kapasite indeksi	20	25	31.25	40	50	62.5	80	100	125	200	250

Tablo U-2'de seçilen ünitelerin anma ölçüsü verilmişti. Bunların kapasite indekslerini toplamı:

$$(25 \times 3) + (40 \times 5) = 275$$

Bu değere karşılık Tablo U-4'den % olarak, dış ünite kapasite oranı bulunur. Ara değerler için enterpolasyon yapılmalıdır.

Tablo U-4. İç ünitelerin toplam kapasite indeksleri ve bunlara karşılık dış ünite kapasite oranları, [3].

Dış Ünite	İç ünite kapasite indeksleri oranları									
	%130	%120	%110	%100	%90	%80	%70	%60	%50	
RSXY5K	162.5	150	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	

Bu tabloya göre 275 değeri, RSXY10K modelinde %110 kapasiteye karşılık gelmektedir. Bu aşamada, RSXY10K modelinin; %110 kapasitede, 20 °C iç dizayn yaş termometre sıcaklığı ve 33 °C dış dizayn kuru termometre sıcaklığı için toplam soğutma gücü firmanın verdiği kapasite tablolarından okunur. Bu değer ilgili tablodan 31.7 kW olarak okunur. Bu tablolar da çok yer tutuklarından dolayı burada verilmemiştir.

İç ünitelerin, 31.7 kW'lık dış ünite toplam soğutma gücünden alacağı paylar:

$$\text{FXYC25KVE modeli} = 31.7 \times (25/275) = 2.88 \text{ kW}$$

$$\text{FXYC40KVE modeli} = 31.7 \times (40/275) = 4.61 \text{ kW}$$

olarak hesaplanır. Bu değerler, iç üniteler çalışırken verebilecekleri gerçek kapasitelerini ifade etmektedirler. Dolayısıyla bunları, odaların soğutma yükleriyle karşılaştırmak gerekir. Hesaplanan gerçek kapasitelerle Tablo U-2'yi yeniden oluşturalım [Tablo U-5].

Tablo U-5.

Mahal	Oda No:1	Oda No:2	Oda No:3	Oda No:4	Oda No:5	Oda No:6	Oda No:7	Oda No:8
Soğ.Yükü (kW)	2.9	2.7	2.5	4.3	4.0	4.0	3.9	4.2
Ünite ölçüsü	25	25	25	40	40	40	40	40
Kapasite (kW)	2.88	2.88	2.88	4.61	4.61	4.61	4.61	4.61

Tablo U-5'den görüldüğü gibi 1 No.lu oda için FXYC25KVE modelinin gücü yetersiz kalmaktadır. Bu odaya Tablo U-3'den bir üst kapasitedeki FXYC32KVE modeli seçilebilir. FXYC32KVE'in kapasite indeksi Tablo U-3'e göre 31.25 olmaktadır. Bu değer dikkate alınarak, iç ünitelerin toplam kapasite indeksi yeniden hesaplanır:

$$(31.25 \times 1) + (25 \times 2) + (40 \times 5) = 281.25$$

281.25 değeri, Tablo U-4'de enterpolasyon yapıldığında RSXY10K modelinde %112.5 kapasite oranına karşılık gelmektedir. Bu yeni kapasite oranına ve 20 °C iç dizayn yaş termometre, 33 °C dış dizayn kuru termometre sıcaklıkları için RSXY10K modelinin toplam gücü, kapasite tablolarından 31.9 kW olarak okunur.

Her bir iç ünitenin, dış üniteden alacağı yeni paylar;

$$\text{FXYC25KVE modeli} = 31.9 \times (25/281.25) = 2.84 \text{ kW}$$

$$\text{FXYC32KVE modeli} = 31.9 \times (32/281.25) = 3.63 \text{ kW}$$

$$\text{FXYC40KVE modeli} = 31.9 \times (40/281.25) = 4.54 \text{ kW}$$

Tablo U-2'yi iptal eden Tablo U-5 de iptal edilerek, yeni değerlere göre Tablo U-6 oluşturulur:

Tablo U-6.

Mahal	Oda No:1	Oda No:2	Oda No:3	Oda No:4	Oda No:5	Oda No:6	Oda No:7	Oda No:8
Soğ.Yükü (kW)	2.9	2.7	2.5	4.3	4.0	4.0	3.9	4.2
Ünite ölçüsü	32	25	25	40	40	40	40	40
Kapasite (kW)	3.63	2.84	2.84	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54

Tablo U-6'nın incelenmesinden, bütün odalar için seçilen iç ünitelerin uygun olduğu söylenebilir. Ancak gerçek bir uygulamada dış ünite ile iç üniteler arasında kot farkına ve eşdeğer boru boyuna bağlı olarak da iç ünitelerin kapasitelerinde bir miktar düşme olacaktır. Kapasitelerdeki düşme oranı her bir iç ünite için ayrı ayrı hesaplanmalı ve sonunda elde edilen değerler, oda soğutma yükleriyle karşılaştırılmalıdır. Kot farkı ve eşdeğer boru boyuna bağlı olarak düşüş oranını veren grafikler firmaların yayınlarında bulunmaktadır. Eşdeğer boru boyunu hesaplayabilmek için, sistem üzerindeki bütün dirsek vs.nin görülebileceği, sistemin üç boyutlu olarak yerleşim planının çizilmesi gerekmektedir. Buradaki örnekte kapasitelerdeki düşme ihmal edilmiştir.

REFNET joint, REFNET header seçimi ve boru çaplarının tayini:

Bu konularda da üretici firmanın verilerine ve önerdiği yönteme başvurmak gerekmektedir. Yukarıdaki örnekteki verilen sistemde yalnız REFNET joint kullanıldığını varsayarak işlem yapılabilir. Her bir iç ünite numaralandırılır ve her bir boru parçası ile her bir REFNET joint (varsa header) isimlendirilir (Şekil U-1). Sonra, seçilen iç ünitelerin anma ölçülerinden hareketle ([Tablo U-6]'dan) REFNET jointlere ait kapasiteler ayrı ayrı hesaplanır. Bu kapasitelere bağlı olarak, hangi REFNET jointin kullanılacağı firmanın verdiği tablolardan bulunur.

Dış üniteye en yakın REFNET jointin (Şekil U-1'de A) çapı dış ünitenin giriş-çıkış borularına uygun olmalıdır. Dış üniteye kaç iç ünite bağlı olursa olsun bu kural değişmez. Bundan sonraki REFNET jointlerin (veya header) seçilmesinde, kendilerinden sonraki iç ünitelerin ölçüleri toplamı esas alınır. Örneğin burada A, B, C, D, ve E birbirinin aynı, F, G ve H da birbirinin aynı tip REFNET joint olacaktır. [3]'de verilen tablolardan seçim yapılmış ve sonucu [Tablo U-7]'de gösterilmiştir.

Tablo U-7.

REFNET Joint	Ünite ölçüleri (kapasite) toplamı	Kriter	Seçilen REFNET Joint
A	282	İlk	KHR22A30TAM
B	225	>160	
C	200	>160	
D	160	=160	
E	120	<160	KHR22A16TAM
F	80	<160	
G	57	<160	

Boru çaplarının tayininde de benzeri bir yol izlenir. Dış ünitelerin anma gücü ve iç ünitelerin anma ölçüleri (kapasiteleri) toplamına göre ana hat borularının çapları ve minimum et kalıkları [Tablo U-8]'den, branşman borularının çapları ve minimum et kalıkları da [Tablo U-9]'dan alınabilir. Ancak olası bir karışıklığı önlemek için, önce proje üzerinden boru boylarını ölçerek, her bir boru parçasının boyu ile kapasite indekslerinin bir tablo halinde toplanması önerilir [Tablo U-10].

Tablo U-8. Ana hatlar (iki fitting arasındaki borular) için boru çapları ve minimum et kalınlıkları [3].

Dış ünite anma gücü	İlk boru (a) (Dış ünitenin bağlantı uçları esas alınır) (mm)		İkinci ve sonraki ana borular (mm) (Burada b, c, d, e, f, g)		
	Gaz	Sıvı	İç ünitelerin kapasite indeksleri toplamı	Gaz	Sıvı
5 HP	19.1×1.0	9.5×0.8	<100	15.9×1.0	9.5×0.8
			≥100	19.1×1.0	9.5×0.8
8 HP	25.4×1.2	12.7×0.9	<100	15.9×1.0	9.5×0.8
			≥100 yada <160	19.1×1.0	9.5×0.8
10 HP	28.6×1.2		≥160	25.4×1.2	12.7×0.9

Bu durumda, her bir boru parçası için anma kapasitelerinden hareketle, [Tablo U-8] ve [Tablo U-9] kullanılarak boru çapları ve minimum et kalınlıkları tayin edilebilir. Seçilen değerler [Tablo U-10]'da topluca verilmiştir.

Tablo U-9 Branşmanlar için boru çapları ve minimum et kalınlıkları [3].

İç ünitelerin kapasitesi	Boru çapı×et kal. (mm)	
	Gaz	Sıvı
20, 25, 32, 40	12.7×0.9	6.4×0.8
50, 63, 80	15.9×1.0	9.5×0.8
100, 125	19.1×1.0	
200 ⁺	25.4×1.2	12.7×0.9
250 ⁺	28.6×1.2	12.7×0.9

⁺: 5 HP'lik dış ünite tarafından desteklenmezler.

Tablo U-10

Boru parçası	Desteklediği iç üniteler	Anma kapasiteleri toplamı	Boru boyu (m)	Boru çapı × min. et kalınlığı (mm)	
				Gaz	Sıvı
a	1+2+3+4+5+6+7+8	282	30	25.4×1.2	12.7×0.9
b	3+4+5+6+7+8	225	5	25.4×1.2	12.7×0.9
c	4+5+6+7+8	200	5	25.4×1.2	12.7×0.9
d	5+6+7+8	160	5	25.4×1.2	12.7×0.9
e	6+7+8	120	3	19.1×1.0	9.5×0.8
f	7+8	80	2	15.9×1.0	9.5×0.8
g	1+2	57	5	15.9×1.0	9.5×0.8
h	2	25	5	12.7×0.9	6.4×0.8
i	1	32	5	12.7×0.9	6.4×0.8
j	3	25	5	12.7×0.9	6.4×0.8
k	4	40	5	12.7×0.9	6.4×0.8
l	5	40	5	12.7×0.9	6.4×0.8
m	6	40	5	12.7×0.9	6.4×0.8
n	7	40	5	12.7×0.9	6.4×0.8
o	8	40	5	12.7×0.9	6.4×0.8

İlave soğutkan miktarının (R) hesaplanması:

Bir VRV sistemi kurulduktan sonra sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için belirli miktarda soğutkan ilave edilmelidir. İlave edilecek miktar, sistemde soğutkanın sıvı olarak bulunduğu boru hattının uzunluğuna ve boru çaplarına bağlı olacaktır. Dolayısıyla verilen formüller de buna göre düzenlenmiştir. İlave edilecek soğutkan miktarının ne kadar olacağı, üretici firmanın önerdiği hesap yöntemiyle bulunmalıdır. Örneğin [3]'de verilen yöntem şöyledir:

5 HP'lik dış ünite için:

$$R = \left[\begin{array}{l} \text{Sıvı hattında} \\ 9.57 \text{ mm} \\ \text{çapındaki} \\ \text{boruların} \\ \text{toplam boyu} \end{array} \right] \times 0.05 + \left[\begin{array}{l} \text{Sıvı hattında} \\ 6.4 \text{ mm} \\ \text{çapındaki} \\ \text{boruların} \\ \text{toplam boyu} \end{array} \right] \times 0.025 - 1.0 \quad (\text{kg}) \quad (3)$$

8 ve 10 HP'lik dış üniteler için:

$$R = \left[\begin{array}{l} \text{Sıvı hattında} \\ 12.7 \text{ mm} \\ \text{çapındaki} \\ \text{boruların} \\ \text{toplam boyu} \end{array} \right] \times 0.1 + \left[\begin{array}{l} \text{Sıvı hattında} \\ 9.5 \text{ mm} \\ \text{çapındaki} \\ \text{boruların} \\ \text{toplam boyu} \end{array} \right] \times 0.05 + \left[\begin{array}{l} \text{Sıvı hattında} \\ 6.4 \text{ mm} \\ \text{çapındaki} \\ \text{boruların} \\ \text{toplam boyu} \end{array} \right] \times 0.025 - 2.0 \quad (\text{kg}) \quad (4)$$

Örnek problemde 10 HP'lik dış ünite seçilmişti. Bu durumda (4) Deklemi kullanılarak ilave soğutkan miktarı hesaplanabilir:

12.7 mm çapındaki borular: a, b, c, d. Bunların boyları toplamı = 30 + 5 + 5 + 5 = 45 m
 9.5 mm çapındaki borular: e, f, g. Bunların boyları toplamı = 3 + 2 + 5 = 10 m
 6.4 mm çapındaki borular: h, i, j, k, l, m, n, o. Bunların boyları toplamı = 8 × 5 = 40 m

$$R = [45] \times 0.1 + [10] \times 0.05 + [40] \times 0.025 - 2.0 = 4.0 \text{ kg}$$

olarak hesaplanır.

SONUÇ

Bu çalışmada VRV klima sistemleri kısaca tanıtılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla basit bir örnek sistem ele alınmış ve bunun üzerinde iç ve dış ünitelerin, REFNET header ve REFNET jointlerin nasıl seçildiği, boru çaplarının nasıl tayin edildiği anlatılmış ve gerekli tablolardan bazıları verilmiştir.

Türkiye'de çok yaygın olmayan VRV klima sistemleri, ister küçük ister büyük ölçekli olsun her yerde kullanılabilir. Özellikle ısı geri kazanımlı (Heat Recovery) sistemler (burada anlatılmadı), ısıtma sezonunun kısa sürdüğü Ege ve Akdeniz Bölgeleri ile aynı anda hem ısıtma hem de soğutma gerektirebilecek, büyük ölçekli binalarda ve turistik tesislerde oldukça kullanışlıdır.

Günümüzde sistemler geliştikçe, aynı zamanda karmaşık bir hal almaktadırlar. Dolayısıyla bu sistemlerin kurma, çalıştırma ve bakım-onarımında iyi yetişmiş elemanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin VRV dış ünitelerinde bulunan PC boardların çok iyi tanınması ve gerekli set işlemlerinin aceleye getirilmeden dikkatlice yapılması gerekmektedir. Bütün bunlardan sonra kullanıcıların sistem hakkında bilgilendirilmeleri ve özellikle uzaktan kumanda cihazlarının kullanımı ve üzerinde yapılabilecek işlemlerin kendilerine anlatılması ve hatta kapsamlı kullanım kılavuzlarının hazırlanarak kendilerine verilmesi gerekmektedir.

VRV sistemleri her ne kadar kuruluş maliyetleri düşünüldüğünde pahalı gibi görünseler de işletme maliyetleri düşük olduğundan uzun vadede ele alındıklarında enerji ve para tasarrufu sağlamaktadırlar. Bu özellikleri nedeniyle gelecek yıllarda yaygın bir şekilde kullanılma olasılığı yüksektir. Bundan dolayı da bu konuda bilgilenmek ve hatta bu teknolojiyi ülkemizde geliştirmek gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmama kaynaklık eden "Air-Conditioning Engineering Course"na katılmamda yardımları olan; Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'ndeki yöneticilerime, Japon Hükümetine, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı'na (JICA), Daikin Industries Ltd.'e ve kurs boyunca VRV derslerini yürüten ve çok yakın ilgilerini gördüğüm, başta Mr. Toshihiko HASHIMOTO ve Mr. Takashi MAEKAWA ile asistanları olmak üzere, Daikin International Training Section'ın bütün elemanlarına en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- [1] "Air-Conditioning Engineerin Course-1996 Notları", DAIKIN Industries Ltd., Kanaoka Training Center, Osaka - JAPONYA
- [2] BEŞER, Erkut, "Isı Pompalı Sistemler", 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi (İzmir-1993), Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No:154/1.
- [3] "Engineering Data 1996, VRV System, Vol.2-1B", Daikin Industriel, Ltd. JAPAN.
- [4] "VRV System, PC96-2A", Daikin, 1996, JAPAN.

ÖZGEÇMİŞ

10 Aralık 1959 Çaycuma/Zonguldak doğumlu. 1982'de Zonguldak Devlet Mimarlık-Mühendislik Akademisi'nden Makina Mühendisi olarak mezun oldu. 1985'de Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Isı-Proses Dalında yüksek lisansını tamamladı. 1985-1986 yıllarında Isparta, Antalya, Denizli ve Burdur illerindeki askeri inşaat ve tesislerin, ısıtma, soğutma, klima ve güneş enerjili sıcak su sistemlerinin inşaatını içeren işlerde, kontrol mühendisi asteğmen olarak askerliğini yaptı. 1983'de Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevliliğine başladı ve askerlik hizmetinden sonra da aynı işine dönerek ve 1995'e kadar sürdürdü. 1995'de aynı bölümde öğretim görevlisi oldu ve Isı Transferi, Isıtma-Havalandırma ve Klima derslerini okutmaya başladı. Doktora tezi kapsamında, 1994-1995 yıllarında İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Trisonik Laboratuvarı'nda, bilgisayar destekli bir şok tüpü deney seti kurup çalıştırdı. Doktora tezini Mayıs 1997'de teslim etti. 1996 yılı Ağustos-Aralık ayları arasında Japon Hükümeti'nin davetlisi olarak, Japonya'nın Osaka kentinde iki haftalık yoğun Japonca dil kursu ve DAIKIN firmasınınca İngilizce olarak yürütülen, üç aylık "Air-Conditioning Engineering Course"na katıldı. Binalarda ısı kaybı hesabının kolay ve hızlı bir şekilde yapılması amacıyla, bütün standart değerleri ve tabloları bünyesinde bulunduran bir bilgisayar programı yapmıştır. Okumak, bilgisayar, elektronik, fotoğraf, sinema, şiir ve kır gezileri özel ilgi alanlarıdır. Amatörce denemeler ve şiir yazmakta, ayrıca mühendislik öğrenimiyle ilgili animasyonlu bilgisayar programları yapmaktadır. Türkiye ve Japonya'da olmak üzere ondan fazla slayt gösterisi yapmış ayrıca karma fotoğraf sergilerinde fotoğrafları sergilenmiştir. Makina Mühendisleri Odası, Türk Isı Bilimi ve Tekniği Derneği, JICA (Japan International Cooperation Agency) Katılımcıları Derneği üyesidir. Zonguldak Kültür ve Eğitim Vakfı (ZOKEV) ile Zonguldak Fotoğraf Grubu (ZFG) kurucularındandır. Halen Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'ndeki öğretim görevliliğini sürdürmektedir. Evlidir. Çocuğu yoktur.