

SU KAYNAKLI VRF VE ANTALYA'DA BULUNAN BİR ALIŞ VERİŞ MERKEZİNDE SU KAYNAKLI VRF UYGULAMASI

Veli DOĞAN

ÖZET

Daha az elektrik tüketen soğutma sistemlerinin kurulması için yapılan yoğun çalışmalar devam etmektedir. Klasik sistemlere alternatif olarak ortaya çıkan VRF (değişken soğutucu akışkan debili) sistemler uygulamada önemli yer tutmaya başlamıştır. Çoğunlukla hava soğutmalı VRF sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Son birkaç yıldır su soğutmalı VRF sistemleri bazı yapılar da çok daha uygun çözümler sunmaktadır. Su kaynaklı VRF sistemlerinin toprak kaynaklı ısı pompası olarak kullanılabilir olması büyük bir avantaj sağlamıştır. Su kaynaklı VRF hava kaynaklı VRF' ye göre enerjiyi daha az tüketiyor olması da diğer bir avantajdır. Bu yazıda kısaca hava ve su kaynaklı VRF tanıtılacak ve kuyu suyu ile çalışan bir VRF sistemi uygulaması incelenerek yaz çalışması ve kış ısı pompası uygulaması özetlenecektir. Yer altı suyu ile kombine edilmiş büyük kapasiteli ilk VRF uygulaması Antalya'da bulunan bir alışveriş merkezinde (Shemall AVM) uygulanmış olup yazıda sonuçlar aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su kaynaklı VRF, Enerji, Soğutma teknolojileri

ABSTRACT

Intensive theoretical and practical studies on less power consuming Air Conditioning systems are ongoing all around the globe. Application of VRF (Variable Refrigerant Flow) systems constitutes an increasing share in the Air Conditioning system applications. Most commonly known type of application is with Air Cooled VRF systems. Within the last couple years the use of Water Cooled VRF systems have offered more convenient system solutions and gained great acceptance for some specific type of buildings. Thanks to the possibility of water source heat pump use of water cooled VRF System. It provides great energy savings over Air cooled VRF systems and have comparable and even better figures compared to efficient Water cooled chiller applications. This paper briefly explains Air cooled and Water Sourced VRF Systems and summarizes a Sink (Well) water sourced VRF system application in a new shopping mall in ANTALYA city (SHEMALL) for both summer cooling and winter heat pump heating operation. This is the first large sized application of its kind in TURKEY with Under-ground water use. The study uses the recorded energy consumption figures combined with the producers typical performance figures under given operating conditions.

Key Words: Water Sourced VRF, Energy, Air Conditioning systems

1. GİRİŞ

Sistemin kurulduğu alışveriş merkezi (AVM) Antalya Lara'da inşa edilmiş olup -4, 0, +4, +8 kotlarından meydana gelen 4 katlı bir binedir. Mağazalar, fast food ve fast food court mahallerinden oluşmaktadır. Isı merkezi bodrum katta oluşturulmuş olup; tesisin uygun şaft çıkışları ile beslenmesi planlanmıştır. Tesis için iki adet soğutma grubu ve gerekli zon pompaları, klima santralleri, kullanım suyu için basınçlandırma cihazı gibi cihaz ve ekipmanlar kullanılmıştır. Isıtma ve soğutma için mağazalarda ve genel mekanlarda yer altı suyunu kaynak olarak kullanan su kaynaklı VRF sistemleri kurulmuştur.

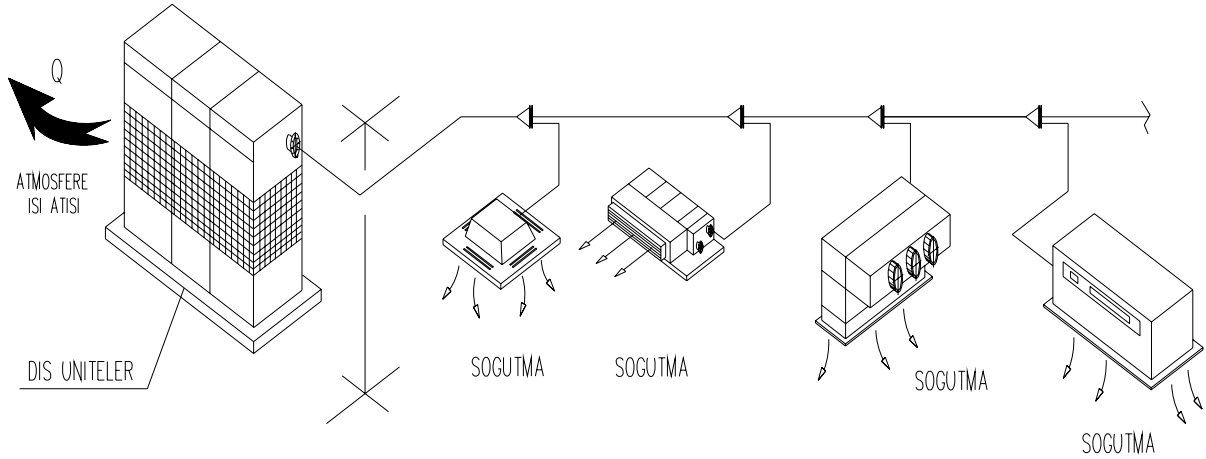
En basit tanımı ile VRF sistemleri “doğrudan genişlemeli” (DX) sistemlerdir ve soğutulan veya ısıtılan ortama ısı gaz ile taşınır. Bir dış üniteye bir veya birkaç iç ünite ekleyerek çalışan split klimalar yerine bir dış üniteye 40’ lara varan sayıda farklı kapasitede iç ünite bağlanan VRF sistemleri split klimalara göre daha verimlidir ve daha farklı avantajlara sahiptirler.

2. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ HAVA SOĞUTMALI SİSTEMLER (HAVA KAYNAKLI VRF)

Hava soğutmalı VRF sistemlerine kısaca çoklu split klimalar demek mümkün olabilir. VRF sistemlerinde ısının iç ortamdan dış hava şartlarına transferi veya dış hava şartlarından iç ortama transferi soğutucu değişken debili gazlar ile yapılmaktadır.

2.1. Yaz Çalışması

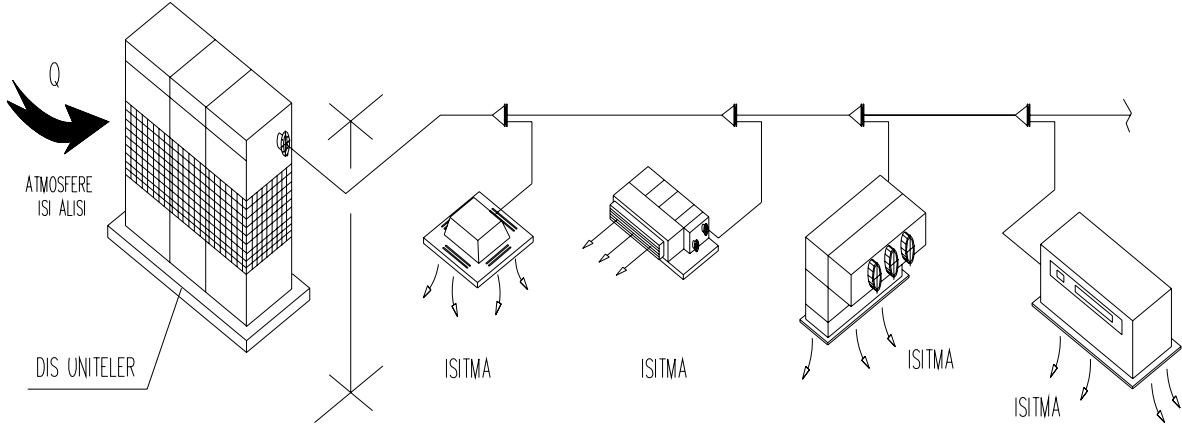
Yazın tüm iç ünitelerden alınan ısı, kondenser ve kondenser fanı aracılığı ile çevre havasına atılır. Çevre sıcaklığı sistem verimi üzerinde birinci derecede etkilidir. Atmosfer havası sıcaklığı düştükçe cihaz verimi artar. Dış hava sıcaklığının 45°C’ yi geçtiği bölgelerde çöl şartlarına göre dizayn edilmiş özel cihazlar seçmek ve kullanmak gerekir. Kış aylarında dış hava sıcaklığı -5°C’ ye düşene kadar soğutma yapabilmektedirler. Şekil 1.’ de görüleceği gibi, yaz çalışmasında tüm iç üniteler iç ortamdan ısı çekmekte ve çekilen ısı dış ünitelerce atmosfere pompalanmaktadır. [1]



Şekil 1. Hava Soğutmalı Bir VRF Sisteminde Yaz Çalışması

2.2 Kış Çalışması (Havadan – Gaza Isı Pompası)

VRF sisteminde ısıtma konumuna geçirilen tüm iç üniteler, dış havadan ısı çekmeye başlar, soğutmadaki dış şartların tam tersine bir durum söz konusudur. Dış hava sıcaklığı ne kadar yüksek ise ısıtmadaki verim o kadar yüksektir. VRF sistemleri genellikle soğutma amacıyla tercih edilen sistemler olsalar da. Bir tesiste VRF sistemi kurmanın en büyük avantajı ısıtma mevsiminde de ısı pompası olarak çalışmasıdır. Sistem ısıtma konumuna alındığında dış havadan iç ortama ısı pompalayan bir ısı pompasına dönüşür. Ilıman ilklime sahip Akdeniz kıyısındaki birçok yerleşim bölgesinde ilave ısı kaynağına gereksinim duymadan VRF sistemleri yeterli ısıtmayı sağlayabilir. VRF sistemleri -20°C’ ye kadar dış ortam şartlarında ısıtma yapabilmektedirler, ancak 0°C’ nin altında ciddi verim düşüşü söz konusudur. Yine bir model üzerinde COP değerine bakacak olursak, 6°C dış hava sıcaklığında 4,11 COP değerine sahip olan bir sistem, -10°C dış ortam şartlarında 3,46; -15 °C dış ortam şartlarında 3,08 COP değerine sahiptir. Şekil 2.’ de görüleceği gibi, kış çalışmasında dış üniteler atmosferden ısı emmekte, emilen ısı iç ünitelerce iç ortam havasına aktarılmaktadır. [1]



Şekil 2. Hava Soğutmalı Bir VRF Sisteminde Kış Çalışması

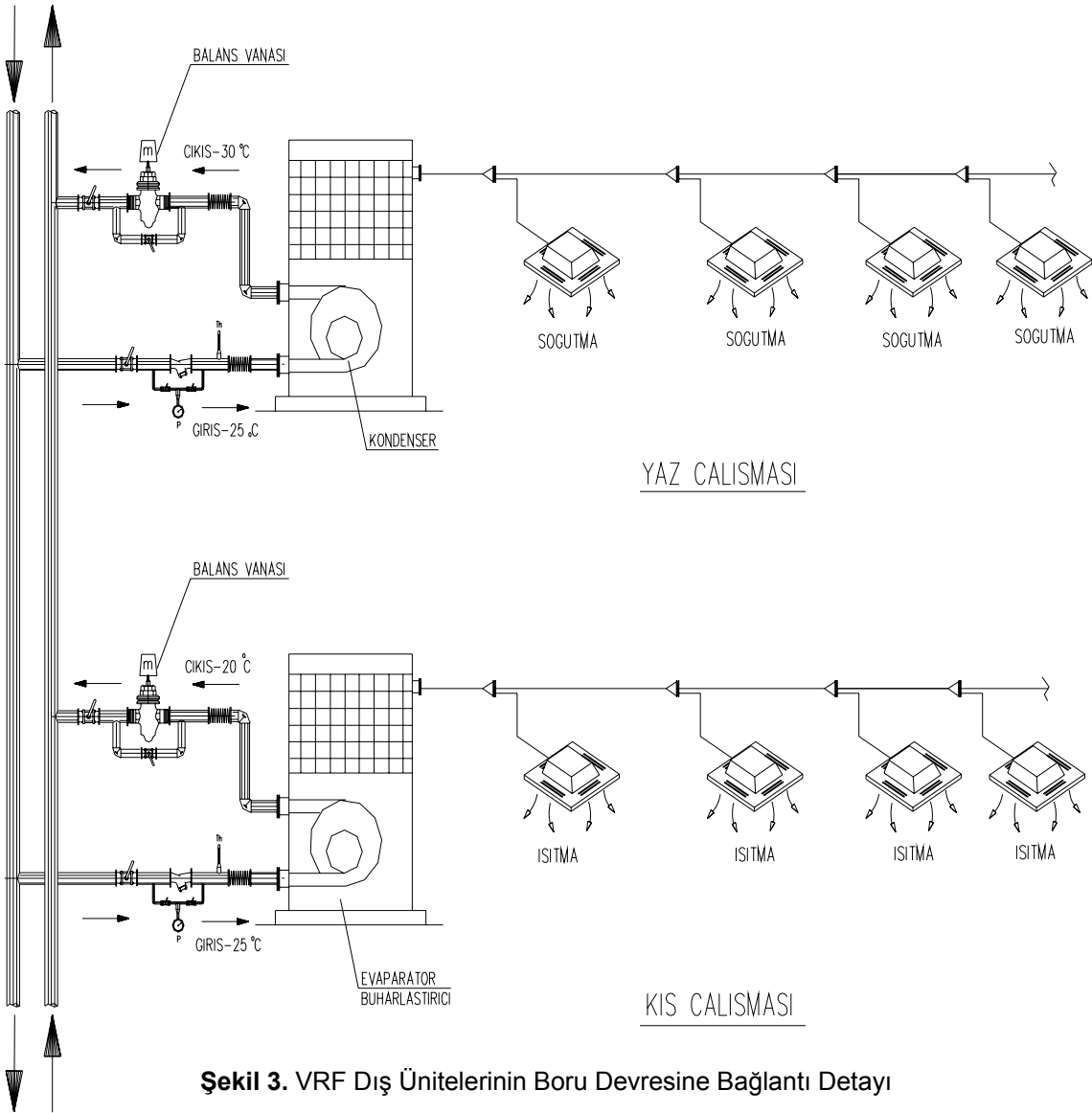
3. GENEL ANLATIMIYLA SU KAYNAKLI VRF SİSTEMİ

İç ünite, borulama ve sistem genel hatlarıyla hava soğutmalı VRF ile aynıdır. Temel fark kondenserin su ile ısı alışverişinde olmasıdır. Hava soğutmalı cihazlarda, dış ünitelerde havadan – gaza olan ısı aktarıcının yerini sudan-gaza ısı aktarıcılar almıştır. Sistem, çatı, teras veya uygun balkon ve benzeri açık alan bulunmayan veya görüntü kirliliği istenmeyen binalar için mükemmel bir çözüm sunmaktadır. Binanın muhtelif yerlerine yerleştirilen VRF dış üniteleri bir su boru devresi ile bir birlerine bağlanmaktadır. Bu devreye bir kule ve ısı kaynağı ilave edilerek sistem tamamlanmaktadır. Sistemde dolaşan su 10°C ile 45°C arasında tutulmaktadır. Şekil 3. de bir VRF dış ünitesinin su devresine bağlantısı görülmektedir. Boru üzerindeki sıcaklıklar örnek vermek adına yazılmıştır.

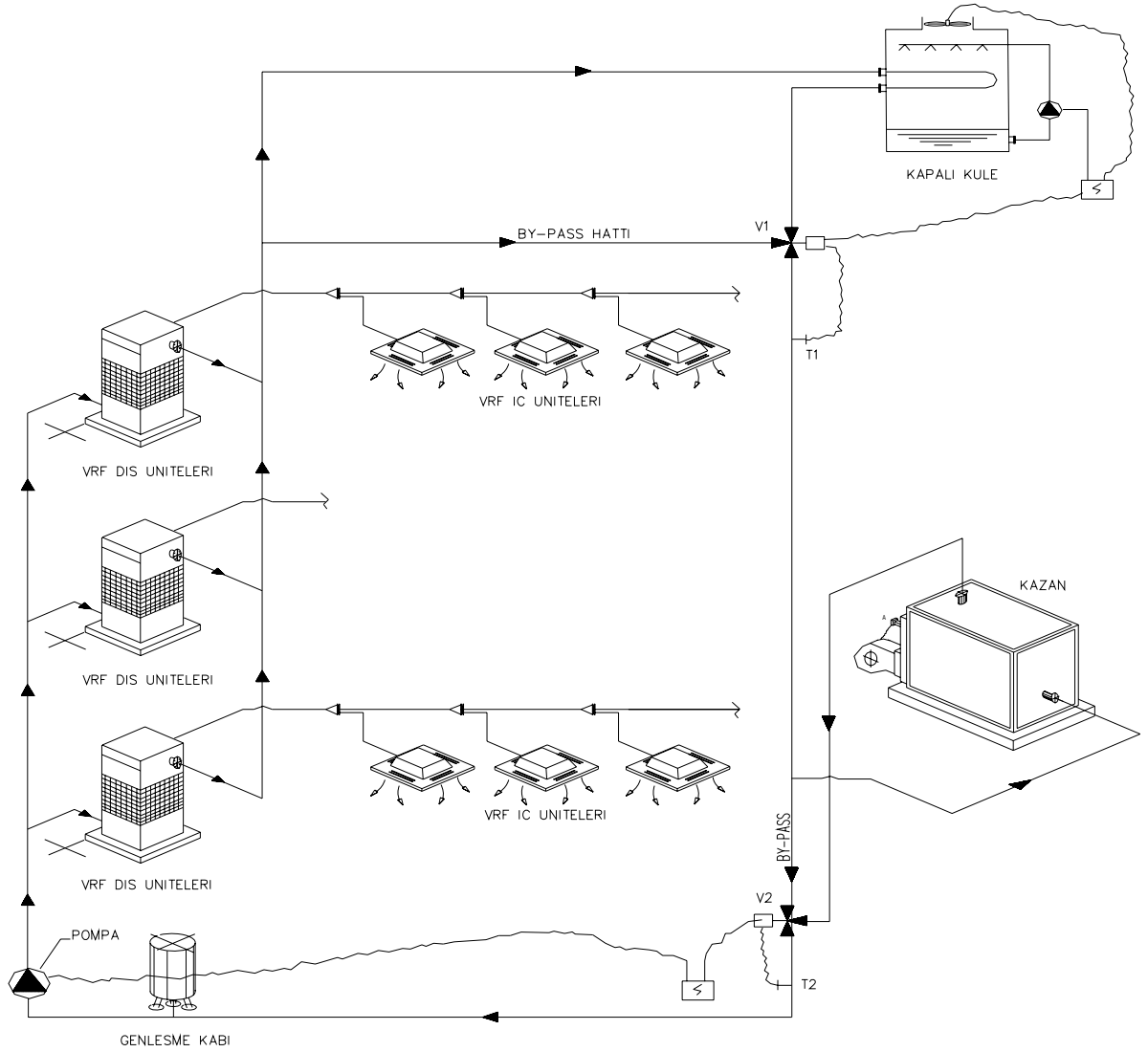
Su soğutmalı sistemlerin hava soğutmalı sistemlere göre en büyük avantajı, dış hava şartlarına hava soğutmalı sistemler kadar sıkı sıkıya bağlı olmamalarıdır. Diğer bir avantaj ise, COP değerinin su soğutmalı klasik soğutma grupları kadar yüksek olmasıdır. Ayrıca hava soğutmalı VRF sistemlerinde elde edilen ısı geri kazanımı, bu sistemlerde iki kademe olarak yapılmakta ve daha yüksek değerlere erişmektedir. Gerek hava soğutmalı sistemlere karşı verim farkı, gerekse ısı geri kazanımın daha fazla ve iki kademe olması ilerleyen kısımlarda anlatılacaktır. Şekil 3.' de yaz çalışması konumunda dış ünite boru devresine ısı atmaktadır, 25 °C' de VRF dış ünitesine giren su 30°C' ye ısınarak dış üniteyi terk etmektedir. Kış çalışmasında ise yine Şekil 3.' de görüldüğü gibi ana boru devresinden 25 °C' de VRF dış ünitesine giren su dış üniteye ısı bırakarak 20 °C' de dış üniteyi terk etmektedir. [1],[4]

Şekil 4.' de ise su devresini besleyen kule, kazan ve üç yollu vanalardan oluşan sistem görülmektedir. Yazın su devresine atılan ısı sonucu su sıcaklığı yükselmekte ve kule devreye girmektedir (V1 üç yollu vanası by-pass hattını kapatmaktadır), su sıcaklığı istenilen değere düştüğünde kule tekrar devreden çıkmaktadır. (V1 üç yollu vanası by-pass hattını açmaktadır.)

Kışın ise, iç üniteler ısı çektikleri için boru devresindeki su sıcaklığı düşmektedir. Su sıcaklığı belirli bir değer altına indiğinde kazan devreye girmektedir. (V2 üç yollu vanası by-pass hattını kapatmaktadır) Su devresindeki sıcaklık istenilen değere yükseldiğinde kazan devreden çıkmaktadır. (V2 üç yollu vanası by-pass hattını açmaktadır.)



Yine sistem ısı geri kazanımlı olarak kurulmuş ise iç üniteler arasında ısı alışverişi olacaktır. Sistem geri kazanımlı olarak kurulmasa bile dış üniteler, devredeki su sayesinde ısı alışverişinde bulunacaklar, dolayısı ile ısı geri kazanım yapacaklardır. Sistem ısı geri kazanımlı olarak kurulmuş ise özellikle mevsim geçişlerinde ve iç ısı kazanımların fazla olduğu binalarda, hem gaz devresinde hem de su devresinde ısı geri kazanım gerçekleşecektir. [1],[8]



Şekil 4. Kule ve Kazan ile Oluşturulmuş Bir Su Kaynaklı VRF Sistemi

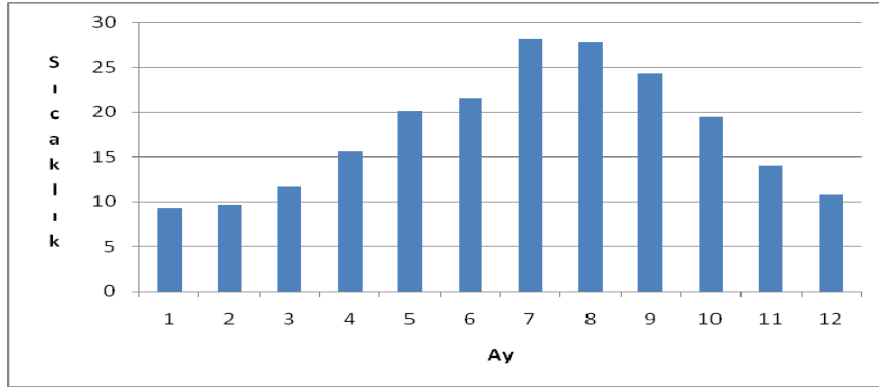
Su soğutmalı VRF sistemleri amaca uygun olarak iyi planlanmalı ve kurulmalıdır. Dış ünitelerin gizlenebilmesi, klasik soğutma grupları kadar COP' ye sahip olmaları ve iç ünitelerin kullandıkları enerjinin kolay paylaşımı başlıca avantajlarıdır. Dış hava şartlarına çok bağlı değildirler, ancak ılıman iklimlerde ısı pompaladıkları bir ortam yoksa ve kazan gibi bir ısı kaynağından besleniyor iseler hava soğutmalı sistemlere karşı avantajlarını kaybederler.

4. ISI POMPALARI

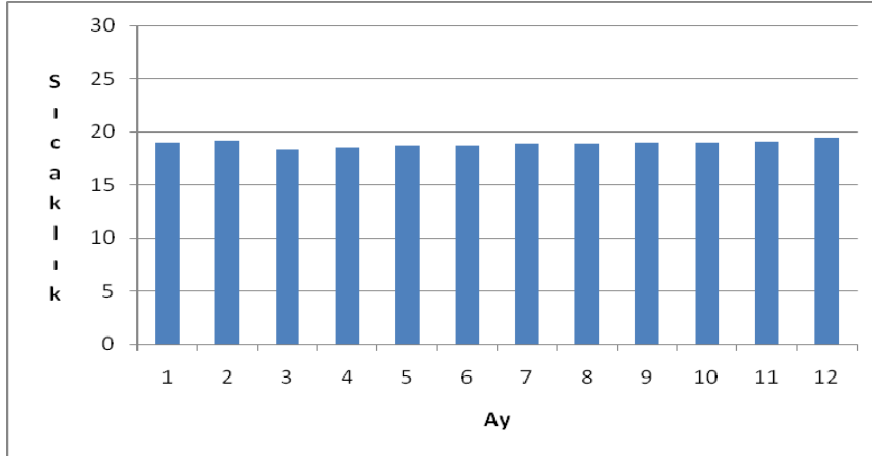
Su kaynaklı VRF sistemi kolaylıkla ısı pompası olarak kullanılabilir. Bu nedenle bu kısımda kısaca ısı pompası özetlenmiştir. Isı pompalarının verimleri enerji pompaladıkları dış ortam sıcaklığına bağlı olarak büyük değişim gösterirler. Buna karşın, insanların yaz ve kış aylarında istemiş oldukları konfor şartları çok değişmez ve 24°C' nin bir iki derece altında veya üzerindedir. Kış aylarında ısı ihtiyacının maksimuma çıkması durumunda dış hava sıcaklığı da en düşük değerlere gelmiş demektir. Isı emilen ve ısı pompalanan ortamlar arasındaki sıcaklık farkının büyük olması düşük verim demektir. Havadan-havaya ve havadan suya ısı pompalamak yerine sudan-havaya ve sudan-suya ısı

pompalanması durumunda daha verimli ve büyük kapasitelerde ısı pompaları ve ısı geri kazanım sistemleri kurmak mümkündür. [6]

Isı emilecek olan kaynağa göre, ısı pompaları hava kaynaklı ve su kaynaklı olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Bu ana sınıflandırmadan sonra genellikle havadan- havaya, sudan- havaya ve sudan suya olmak üzere dizayn edilirler. Havadan-havaya ısı pompalarının çoğu evlerde ve diğer konutlarda ısıtma ve soğutma amaçlı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sudan- havaya ısı pompaları konut ısıtma amaçlı olarak ülkemizde yeni olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sudan-suya ısı pompaları uygulaması ise yok denecek kadar azdır. Havadan-havaya ısı pompaları ile sudan-suya ve sudan-havaya ısı pompaları arasındaki en önemli fark ısı emilen kaynağın enerji kapasitesidir. Kaynağın su veya hava olmasının sistemin verimliliğini nasıl etkilediğini şu şekilde düşünerek anlayabiliriz. Bir m³ suyun sıcaklığını 1°C düşürerek çekilen enerji, bir m³ havanın sıcaklığını 1°C düşürerek çekilen enerjinin yaklaşık 3.000 katıdır, bu değer havanın yoğunluğunun düşük olduğu bölgelerde 4.000 kata varan rakamlara erişmektedir. Şekil 5. ve 6.' da Antalya için aylara göre kuyu suyu sıcaklığı ve atmosfer sıcaklığı değerleri verilmiştir. Hava sıcaklığı kuyu suyu sıcaklığına göre daha büyük salınım göstermektedir. Kullanılacak bir kuyu veya gölde farklı değerler elde edilecektir. Antalya ılıman bir iklim bölgesinde olduğu için, Şekil 5.' de hava sıcaklığındaki salınım negatif değerler içermemektedir. Soğuk iklim bölgelerinde bu salınım çok büyük değerler olacaktır. [1]

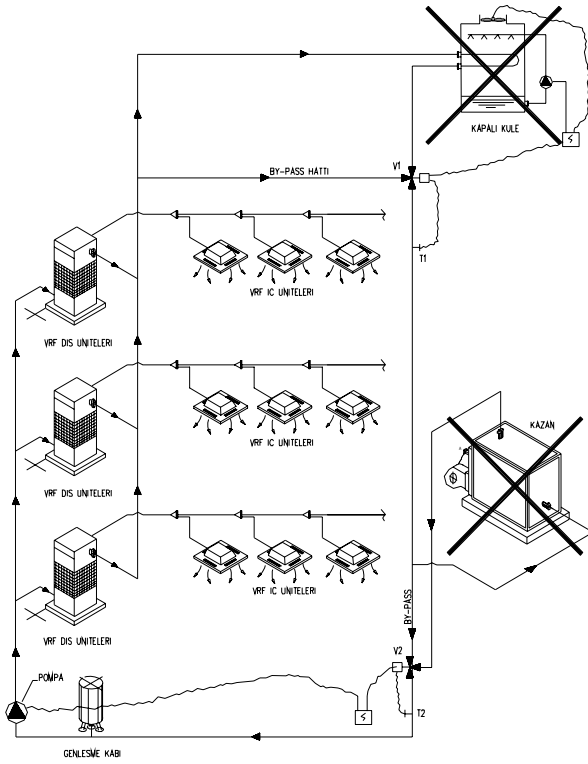


Şekil 5. Antalya İli Atmosfer Sıcaklık Değerleri Ortalamasının Aylara Göre Değişimi

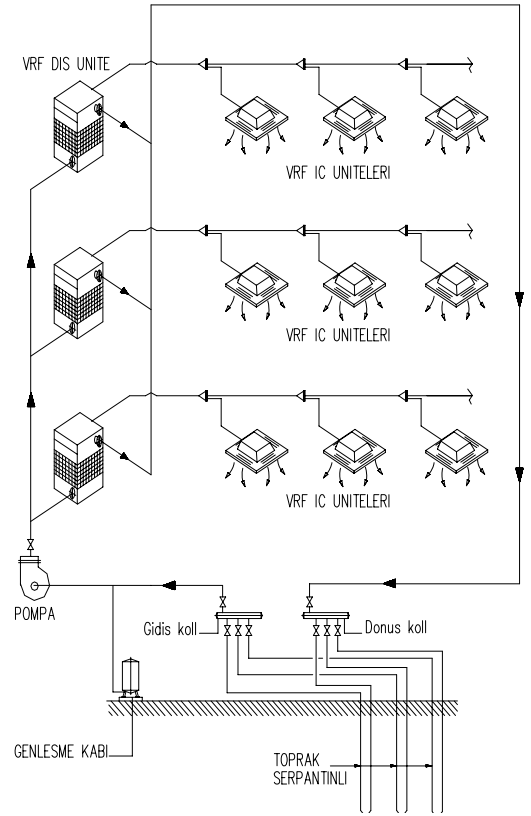


Şekil 6. Antalya İli Kuyu Suyu Sıcaklık Değerleri Ortalamasının Aylara Göre Değişimi

Su soğutmalı VRF kapalı devresinde Şekil 7.' de görüldüğü gibi kule devresi ısı atılan ortam, kazan ise ısı kaynağını oluşturmaktadır. Bu iki kaynak yerine, toprak veya göl ve benzeri yer üstü suları ile yer altı sularını kullanma fikri bu sistemlerin kurulmasını gündeme getirmiştir. Aşağıda 4.1. başlığı altında anlatılacak olan sistemler "Su Kaynaklı Isı Pompaları" için geliştirilmiş olup yıllardır başarılı şekilde kullanılmaktadır. Su soğutmalı VRF ünitelerinin yaygın olarak kullanımı bu alt yapıdan dolayı hızlı olacaktır.



Şekil 7.a.



Şekil 7.b.

Şekil 7. Su kaynaklı VRF Sisteminin Yer (Toprak) Kaynaklı Isı Pompasına Dönüşümü

Su soğutmalı VRF üniteleri, nihayetinde su kaynaklı bir ısı pompası olduğu için su kaynaklı ısı pompası sistemlerine benzer şekilde kullanılmaya başlanılmışlardır. Sistemlerdeki tek fark, su kaynaklı ısı pompalarının yerini su soğutmalı VRF dış ünitelerinin almasıdır. Su soğutmalı VRF ünitelerine bundan sonra **“Su Kaynaklı VRF”** demek yanlış olmayacaktır.

4.1. Yer (Toprak) kaynaklı ısı pompası tipleri (TKIP)

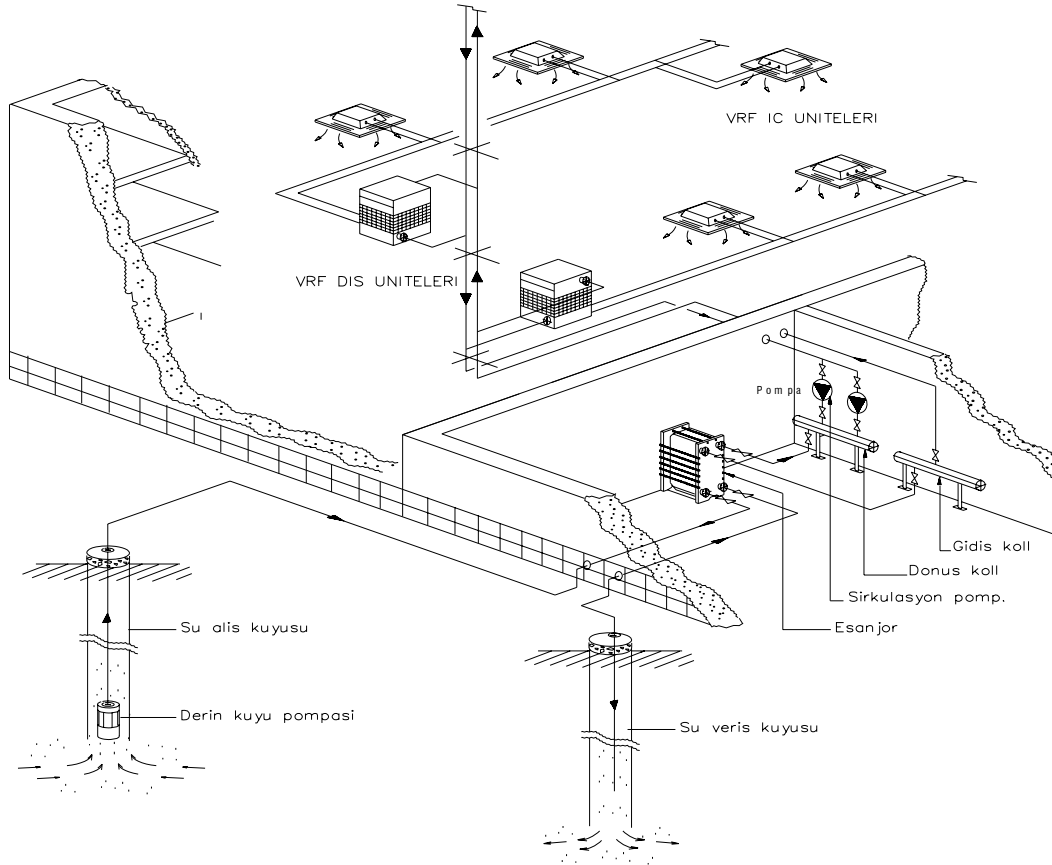
- Yer Altı Suyu Isı pompaları (YASIP)
- Yüzey Suyu Isı Pompaları (YSIP)
- Toprak Serpantinli Isı Pompaları (TSIP)

Yer-toprak kaynaklı ısı pompaları yukarıda özetlendiği gibi birçok şekilde uygulanmaktadır. Bizim uygulama yapacağımız alışveriş merkezinin altında denize doğru akan yüksek debide bir yer altı suyu tespit edilmiştir. Bu nedenle yer altı suyu ısı pompası uygulaması yapılmıştır.

4.1.1 Yer Altı Suyu Isı Pompaları (YASIP)

Toprak kaynaklı ısı pompalarının gelişmesine kadar yaygın olarak kullanılmıştır. Çok küçük araziden yeteri kadar kuyu suyu pompalama fikri yaygın olarak kullanım getirmiştir. Tek yüksek hacimli kuyu, tüm bir bina için kullanılır. İyi tasarlanmış bir sistem yaygın kullanılan klasik sistemlerden daha fazla bakım istemez. Yer altı suyunun alınıp tekrar toprağa veya diğer göl, ırmak gibi ortamlara pompalanması ile sistem çeşitlilik gösterir. Büyük ve çoklu ünitelerin kullanıldığı sistemlerde ısı pompaları ayrı bir kapalı devre oluşturur, yer altı suyu dolaştıran açık devreden bir ısı eşanjörü ile ayrılır (Şekil 8.)

Yer altı suyunun kuyulardan pompa devresiyle alınıp ısıtma veya soğutma işleminde kullanıldıktan sonra başka bir ortama yine aynı sistemle atılmasını yerel belediyeler her zaman müsaade etmez. Zaten artan kullanım suyu talebi bu tür sistemleri kurmayı imkânsız hale getirmiştir. Ancak emilen yer altı suyu işlemden sonra Şekil 8.' de görüldüğü gibi tekrar yeraltına verilebilir. Emiş kuyusundan yeterli mesafede uzağa tekrar pompalanan su, yer altında hareket ederek ilk emiş kuyusuna ulaşacaktır; bu esnada kat ettiği yol boyunca toprağın enerjisini ilk kuyuya taşıyacaktır veya tersi işlemle soğutma sezonunda toprağa ısı atacaktır. Yer altı suyu ısı pompaları toprak serpantinli ısı pompalarına göre daha yüksek verimli ve daha düşük maliyetlidirler.



Şekil 8. Yer Altı Suyunun Bir Isı Değiştirgeci İle VRF Dış Ünitelerine Bağlılığı

AVM altına açılan 6 kuyudan 3' ü emmeye, 3'ü ise emilen suyun toprağa geri enjekte edilmesine hizmet etmektedir. Su emmiş olduğumuz kuyu ve atmış olduğumuz kuyulardaki yer altı suyu hareketi çok hızlı olup yere bastığımız suyun topraktan ısı süpürerek tekrar emiş kuyusuna getirmesi söz konusu olmamıştır. [1]

5. AVM SİSTEM SEÇİMİ VE TASARLANMASI

5.1. AVM sistem seçimi

AVM için ısıtmadan önce hesaplanması gereken değerler soğutma yükleridir. Çünkü AVM' ler insanlar' dan ve aydınlatmadan dolayı iç ısı kazançları yüksek olan yapılardır. Çok soğuk kuzey bölgelerinde bulunmayan Antalya gibi Akdeniz iklim şartlarındaki bölgelerde, ısıtma ihtiyacı tüm yıl içinde birkaç günle ve saatlerle sınırlıdır. Sonuç olarak sistemi soğutma hesaplarına göre tasarlayıp, ısıtma

ihtiyacımızı da aynı sistemle sağlamayı planlamak yanlış olmaz. Aşağıdaki tablolarda Antalya Lara'da yapılmış olan Shemall AVM için alınan iç ısı kazanç değerleri tabloleştirilmiştir. Örneğin AVM' nin mağazalar bölümünde konfor sıcaklığı 24°C' de tutulmaya çalışılırken fast-food pişirme ve mekanik odalarda bu sıcaklık 28°C civarlarındadır.

Tablo 1. Proje İç Ortam Tasarım Kriterleri [13]

	YAZ		KIŞ	
	DB	RH	DB	RH
HACİMLER	°C	%	°C	%
HİPERMARKET ALANI	25	50	20	
FAST FOOD PİŞERME ALANLARI	28	62	20	
SHOPS	24	50	23	
KORIDORLAR	24	50	19	
OFİSLER	24	50	23	
MEKANİK ODALAR	28	60	23	
WC' LER	26	50	23	

Tablo 2. Havalandırma Oranları ve Tasarım Kriterleri [13]

HACİMLER	TAZE HAVA MIKTARI m ³ /h	m ² /kişi	NOTLAR
HİPERMARKET ALANI	20/kişi	3	Alanın %70'inin kullanıldığı düşünülmüştür.
FAST FOOD PİŞERME ALANLARI	20/30 saatlik hava değişimi		ASHRAE/ STANDARD 62-2001
SHOPS	20/kişi	3	Alanın %70'inin kullanıldığı düşünülmüştür.

Tablo 3. Aydınlatma Oranları ve Tasarım Kriterleri [13]

HACİMLER	AYDINLATMA YUKU W/m ²	DİĞER AYDINLATMA YÜKU W/m ²
HİPERMARKET ALANI	30	15
FAST FOOD PİŞERME ALANLARI	20	
SHOPS	50	41

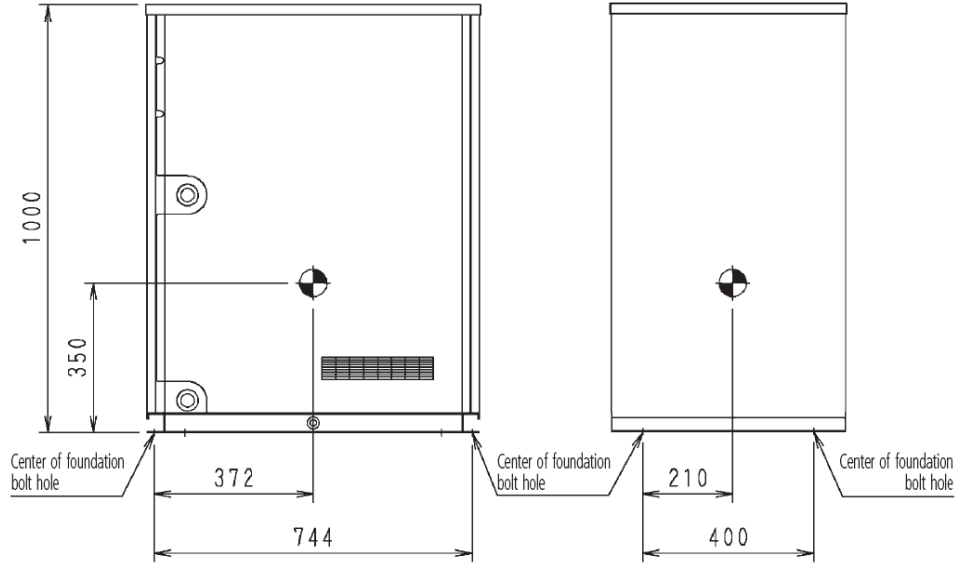
5.1.1. Proje Dış Ortam Dizayn Kriterleri

AVM nin bulunduğu Antalya/Lara için;
Enlem: 36° Kuzey, Yükseklik: 30 m, Günlük sıcaklık değişimi: 11,4 °C, Yaz dış ortam dizayn şartları;
1)Kurutermometre sıcaklığı: 39 °C, 2)Yaş termometre sıcaklığı: 28 °C, Kış dış ortam dizayn şartları;
1)Kurutermometre sıcaklığı: +3 °C, 2) Bağıl nem: % 80 [13]

5.1.2 AVM VRF Sisteminin Dış Üniteleri

Dış üniteler, kompakt bir paket haline getirilmiştir. Sistemde R 410 gazı kullanılır. Dış üniteler, kısaca kompresör, kondenser, kondenser fanı, bakır boru devresi üzerinde gerekli filtre sensör, gaz ile ilgili sıvı ayırıcı, kurutucu gibi elemanlar ve bilgi işlemci elektronik kumanda panosundan oluşur. AVM için dış üniteler yer altı suyu şartlarına göre tasarlanmıştır. Kompresörler de invertör ve dijital tipte tasarlanmıştır. Dış üniteler iç ünitelerden gelen ihtiyaca göre kapasitelerini ayarlamaktadır. Kondenserler bakır boru ve alüminyum kanattan oluşmaktadır. AVM içerisinde dış ünitelerin tamamı bir arada ve bodrum katında yer almıştır. [7]

AVM dış üniteler 10 HP' lik, modüler üniteler halindedir ve birbirine eklenerek sistem gerekli büyüklüğe getirilmiştir. VRF dış üniteleri iç ünitelerin toplam soğutma yükü olan 2.195 kW karşılayabilmek amacıyla 64 Adet 10 HP' lik dış ünite olarak seçilmiştir.



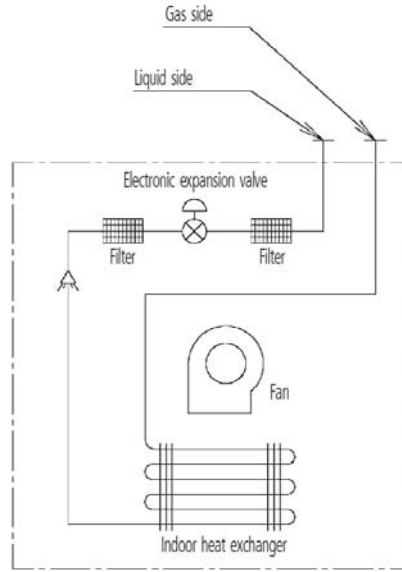
Şekil 9. Kullanılan Dış Ünitelerin Boyutları



Şekil 10. AVM Kazan Dairesinde Dış Ünitelerin Yerleşim Görüntüsü

5.1.3 AVM VRF Sisteminin İç Üniteleri

İç üniteler mağazalarda iç dekorasyona bağlı olarak mimari tercihler doğrultusunda AVM için kabinli ve kabinsiz (gizli tavan tipi) olarak seçilmiş iç ünitelerdir. AVM' nin koridor kısımlarında ise kasetli tavan tipi dört yöne üfleme, modeller yine mimari tercihler göz önüne alınarak gerekli hesaplamaların doğrultusunda seçilmiştir. Bir dış üniteye farklı kapasite ve modelde 40 kadar iç ünitelerin bağlanabilmesi bu sistemlerin en büyük avantajlarından birisini oluşturmaktadır. [7]



Şekil 11. İç Ünitelerin Genel Borulama Diyagramı

İç üniteler, evaporatör, fan, elektronik genişleme valfi, filtre, drenaj pompası ve dış ünite ile haberleşen elektronik kartlardan oluşan kompakt bir sistemdir. Diğer klasik sistemlerin iç üniteleri ile kıyaslandığında daha sessiz modelleri mevcuttur. VRF iç üniteler su yerine gaz ile doğrudan soğutma yaptıklarından yine diğer klasik iç ünitelere (fan-coil, su kaynaklı ısı pompaları) göre daha küçük boyutta ve daha büyük kapasitededirler.

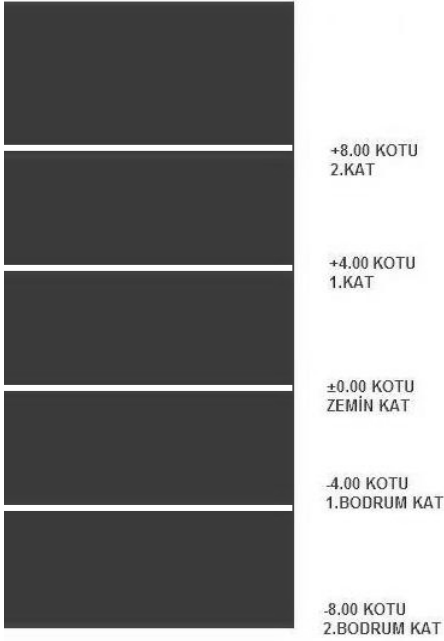
AVM' de 318 adet iç ünite kullanılmıştır. Bunlardan 285 adeti gizli tavan tipi, 32 adeti kasetli tavan tipidir ve 1 adet de yüksek basınçlı kanallı tavan tipi iç ünite kullanılmıştır. İç ünitelerin karşıladıkları toplam soğutma yükü 2.195 kW' dır.

5.2. AVM Sistem Tasarımı

Yazımızın daha önceki kısımlarından anlaşılacağı üzere, tüm AVM' de soğutma ve ihtiyaç halinde ısıtma yer altı suyu kaynaklı VRF sistemi ile yapılmaktadır. Her bağımsız bölüme yeterli sayıda VRF iç üniteleri yerleştirilmiştir. Başlangıçta taze havanın çapraz akışlı ısı geri kazanımlı (VAM) cihazlarıyla karşılanması planlanmıştır. Ancak AVM' de fast food' ların davlumbazları için fazla miktarda taze hava gereksinimi olması ve yine AVM' lerde insan yoğunluğunun fazla olması taze hava ihtiyacı miktarını çok büyük değerlere taşımıştır.

Bu miktardaki taze hava yükünün iç ünitelere yüklenmesi, iç ünite sayısını ciddi oranda artırmakta ve asma tavan düzeni ile havalandırma sistemi zorlanmaktadır. Bu nedenle sadece taze havayı karşılamak ve klima santrallerini beslemek amacıyla sisteme 1 yedek 1 çalışır olmak üzere 2 adet su soğutmalı vidalı soğutma grubu eklenmiştir. Yine de bağımsız bölümlerin çoğunda tasarruf amacı ile çapraz akışlı ısı geri kazanımlı cihazları kullanılmıştır. Ortak alanlarda tam karışımli santraller ve fast food alanlarında % 100 taze havalı klima santralleri kullanılmıştır. Hiçbir santralde ısıtma bataryası düşünülmemiştir. Fast food alanlarındaki davlumbazlar filtre edilmiş % 100 taze hava veren fanlar ile beslenmiştir.

Sistem genel olarak AVM' nin kazan dairesinden yaklaşık 80 metrelik kazı yapıldıktan sonra bulunan su kaynağı kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu kuyu sisteminin çalışmasını sağlamak amacı ile yüksek debili 3 adet pompa faaliyete geçirilmiştir. Bu pompalardan ikisi VRF sistemi için, üçüncü pompa ise soğutma grubu kondenser devresi için çalışmaktadır. Kuyu suyundan faydalanırken ısıyı transfer etmek amacıyla, her bir kuyu için yine 3 adet eşanjör kullanılmaktadır. **Şekil 16'** da çalışan sistemin şematik gösterimi yer almaktadır.



Bodrum kata yerleştirilmiş olan cihazları ve fonksiyonlarını özetleyecek olursak:

Derin Kuyu Pompaları (Dalgıç Pompalar)

Şekil 16.' da görüldüğü gibi, 3 adet pompadan oluşmaktadır. İki pompa VRF dış ünitelerine, bir pompa ise iki adet soğutma grubuna hizmet etmektedir. Pompalardan birinin arızası durumunda diğer pompa kollektördeki by-pass vanası yardımıyla arızalı devreyi besleyebilmektedir. Pompalar 123 m³/h debide ve 90 mSS' basınçtır.

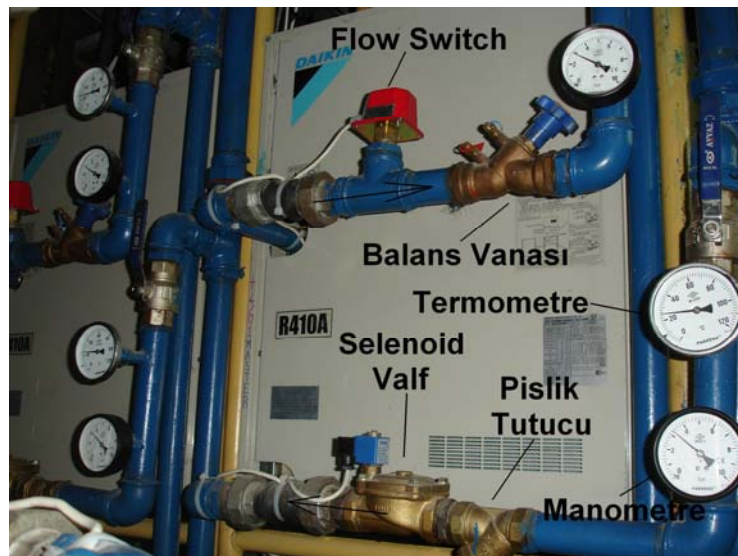
Sistemde çalışan derin kuyu pompaları frekans kontrollü olup, kondenser sekonder devresindeki su giriş sıcaklığına bağlı olarak kapasitesini ayarlamaktadır. Yaz mevsiminde su sıcaklığı 24°C' yi geçtiğinde devreye girmektedir ve sıcaklığı sabit tutmaya çalışmaktadır. Kış aylarında ise kondens devresi sıcaklığı 13,6°C olduğunda devreye girmektedir.

Şekil 12. AVM Bina Kesiti

VRF Dış Üniteleri

Şekil 13.' de dış ünitelerin genel borulama diyagramı görülmektedir. 64 Adet 10 HP' lik dış ünite seçilmiştir. Şekil 13.' de görüldüğü gibi su giriş devresine pislik tutucu ve solenoid valf; su çıkış devresine ise flow switch ve balans vanası yerleştirilmiştir. Flow switch' ler borularda akış olmadığı takdirde dış üniteleri korumaktadırlar. Solenoid valf ise, soğutma veya ısıtma ihtiyacının olmadığı durumlarda dış ünitelere su girişini kesmekte ve bu suretle bu cihazları besleyen pompada enerji tasarrufu sağlamaktadır (Pompa frekans kontrollüdür). Solenoid valfler on/off çalışmaktadırlar. Ayrıca su giriş ve çıkışı termometre ve manometrelerle donatılmıştır.

Sistemde dış ünitelerin iç üniteleri karşılama oranı (iç ünite kapasitesi/dış ünite kapasitesi başka bir söylenişle diversite) 120' dir.



Şekil 13. Dış Ünitelerin Genel Borulama Diyagramı

Eşanjörler

Her bir kuyu için ayrı plakalı eşanjörler kullanılmıştır. Eşanjörlerin kapasiteleri 1.100 kW' dır. Kuyu suyundan gelen ısıyı VRF kondenser ve chiller kondenser devresine aktarmakta veya yaz aylarında tam tersi bu devrelerdeki ısıyı kuyuya aktarmaktadırlar.

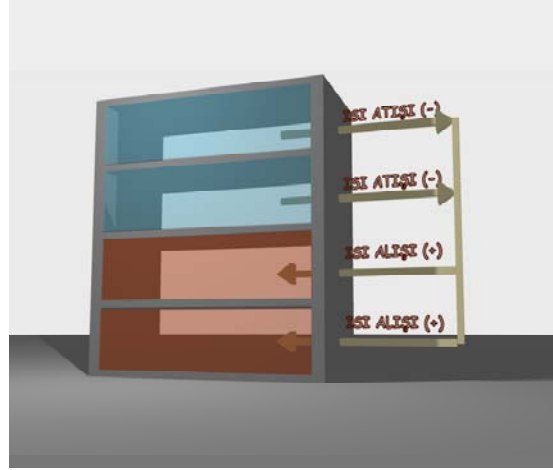


Şekil 14. AMV Eşanjörleri

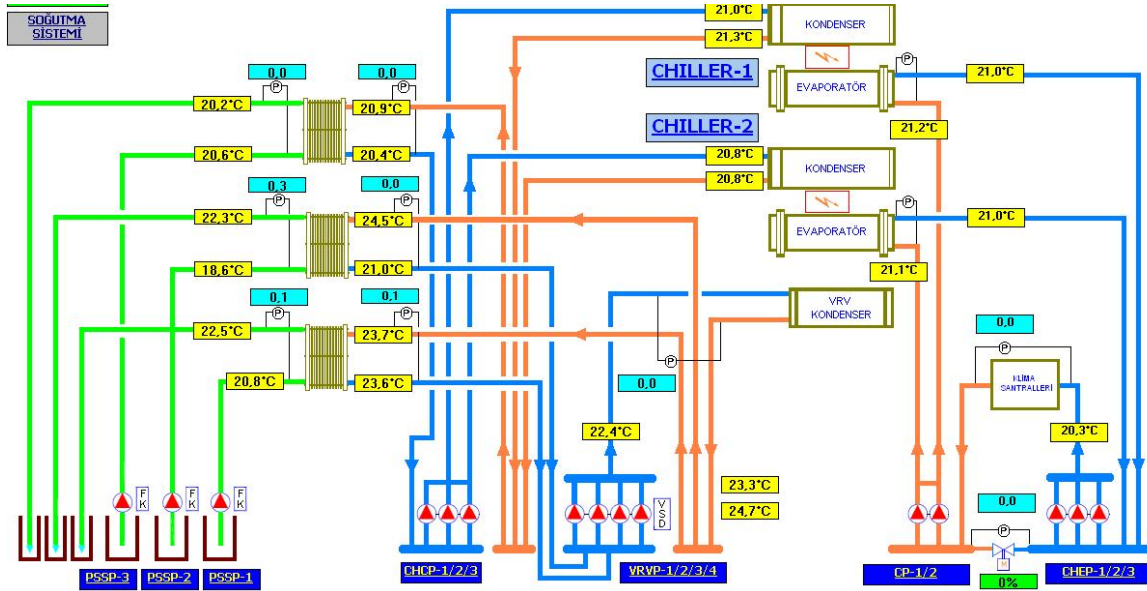
Soğutma Grupları

AVM' de birisi yedek olmak üzere iki adet su soğutmalı grup kullanılmıştır. Soğutma grupları ısıyı bir soğutma kulesi yerine kuyu suyuna atmaktadırlar. Soğutma gruplarından her birisinin soğutma kapasitesi 300 kW değerindedir.

Antalya' da hem ısıtma hem soğutma gereken (mevsim geçişlerinde) gün sayısı çok az olduğundan VRF sisteminin ısı geri kazanımlı olarak kurulması düşünülmemiştir. Ancak dış ünitelerin sekonder devresinden mevsim geçişlerinin ve kış aylarının sabah saatlerinde kuyu pompaları çalıştırılmadan ısı geri kazanım yapılmaktadır. Mevsim geçişlerinin ve kış aylarının AVM' nin çalışmaya başladığı ilk iki saate fast food ve +4 kodu katında soğutma ihtiyacı varken -4 kodu katı olan bodrum ve 0 kodu olan zemin katta ısıtma ihtiyacı doğmaktadır. Bu durumda fazla ısının bulunduğu fast food ve +4 katındaki ısıyı bodrum ve zemin kata aktarmak mümkün olmaktadır.



Şekil 15. AMV Isı Geri Kazanım Şeması



Şekil 16. Soğutma Sisteminin Şematik Gösterilişi

5.3. Shemall AVM' de Kullanılan Yeraltı Suyu Kaynaklı VRF İle Hava Soğutmalı VRF Arasındaki Elektrik Gideri Kıyaslaması

a- Yaz Çalışması

Alışveriş merkezinin teknik merkezinden alınan bilgiler doğrultusunda AVM' nin 31 Temmuz - 27 Ağustos 2008 tarihleri arasında VRF sisteminin gerekli soğutma yükünü karşılayabilmesi için 131.024 kWh elektrik tükettiği görülmüştür. Bu kadar elektriğin tüketildiği saat dilimlerini tarayarak; elektriğin tüketildiği saatlerdeki diversiteye ulaşılmıştır (iç ünite/dış ünite oranı). Tablo 4.' de sistemin çalıştığı farklı kombinasyonlardaki çalışma payları ve bu paylara göre tüketilen elektrik yükleri gösterilmektedir.

Tablo 4. 31/07/2008 - 27/08 2008 Tarih Aralığında Yer Altı Suyu Kaynaklı VRF Sistemi İçin Harcanan Elektrik Giderinin Dağılımı[12]

31/07/2008 - 27/08 2008 ARASI YAZ DÖNEMİNDE HARCANAN TOPLAM ELEKTRİK MİKTARI 131.024 kWh		
ÇALIŞMA KOMBİNASYONU DİVERSİTE	KOMBİNASYONUN ÇALIŞMA PAYI %	HARCANAN ELEKTRİK PAYI, kWh
120%	18,1	23.715,35
85%	23,6	30.921,66
70%	30,8	40.355,39
50%	27,5	36.031,60
TOPLAM		131.024,00

Tablo 4.' den yola çıkarak ve sistemin veriminden (COP) de yararlanarak yer altı suyu kaynaklı VRF sisteminin bu kombinasyonlardaki soğutma miktarlarına ulaşabiliriz. Tablo 5.' de yer altı suyu kaynaklı VRF sistemin farklı kombinasyonlardaki COP değerlerine karşılık gelen soğutma yükleri görülmektedir. Yani bu sistem 131.024 kWh elektrik harcayarak yaklaşık 881.469,20 kWh soğutma üretmiştir.

Tablo 5. Yer Altı Suyu Kaynaklı VRF Sisteminin 31/07/2008 - 27/08/2008 Tarih Aralığındaki Yapmış Olduğu Soğutma Değerleri [11]

YER ALTI SUYU KAYNAKLI VRF SİSTEMİNİN VERİM KULLANILARAK BULUNAN SOĞUTMA YÜKLERİ			
ÇALIŞMA KOMBİNASYONU DİVERSİTE		COP	YAPILAN SOĞUTMA, kWh
120%	Üretilen soğutma	4,85	115.019,42
85%	Üretilen soğutma	5,94	183.674,68
70%	Üretilen soğutma	6,95	280.469,97
50%	Üretilen soğutma	8,39	302.305,12
Toplam			881.469,20

Sistemimizi hava soğutma VRF sistemi ile kıyaslayabilmemiz için; 31/07-27/08 2008 tarih aralığındaki hesaplamış olduğumuz soğutma değerlerini hava soğutmalı VRF sistemi ile karşılamak için ne kadar elektrik harcamamız gerektiğini hesaplamamız gerekmektedir. Sistemin hava veya su soğutmalı olması sistem kombinasyonlarında farklılık yaratmamaktadır. Bu nedenle hava soğutmalı VRF sisteminin verim değerlerini, sistem kombinasyonlarını ve hesaplamış olduğumuz soğutma yüklerini kullanarak Hava soğutmalı VRF sisteminin harcamış olduğu elektrik miktarına ulaşabiliriz. Tablo 6.' da bahsi geçen soğutma yükünün karşılanması için hava soğutmalı VRF' lerin harcaması gereken enerji çikartılmıştır.

Tablo 6. 31/07-27/08 2008 Tarih Aralığında Hava Soğutmalı VRF Sisteminin Harcadığı Elektrik Miktarı[11]

HAVA SOĞUTMALI VRF SİSTEMİ KULLANILMASI DURUMUNDA HARCANAN ELEKTRİK				
YÜZDE		COP	YAPILAN SOĞUTMA, kWh	HARCANAN ELEKTRİK kWh
120%	Üretilen soğutma	3,14	115.019,42	36.630,39
85%	Üretilen soğutma	3,22	183.674,68	57.041,83
70%	Üretilen soğutma	3,37	280.468,97	83.225,21
50%	Üretilen soğutma	3,42	302.305,12	88.393,31
HARCANAN TOPLAM ELEKTRİK MİKTARI			TOPLAM	265.290,74

Tabloda da görüleceği gibi hava soğutmalı VRF sistemi kullanılsaydı sistem aynı soğutma yükünü karşılamak için 265.290,74 kWh elektrik harcamıştır.

Bu sonuçtan yola çıkarak iki sistem arasındaki elektrik gideri farkı;

265.290 - 131.024 = 134.266 kWh

olarak görülmektedir. Ancak alışveriş merkezine kurulan sistemde hava soğutmalı sistemden farklı olarak; daha öncede bahsedildiği üzere yer altı suyunu kullanabilmek amacı ile çok derin kuyulardan su çekilmiştir. Daha önce de bahsedildiği gibi sistemde çalışan derin kuyu pompaları frekans kontrollü olup, kondenser sekonder devresindeki su giriş sıcaklığına bağlı olarak kapasitesini ayarlamaktadır. Yaz mevsiminde su sıcaklığı 24°C' yi geçtiğinde devreye girmektedir ve sıcaklığı sabit tutmaya çalışmaktadır. Kış aylarında ise kondens devresi sıcaklığı 13,6°C olduğunda devreye girmektedir. Bu nedenlerden dolayı derin kuyu pompalarının çektikleri elektrik giderleri birbirinden farklı ve her iki pompanın çektikleri elektrik oldukça fazladır. Derin kuyu pompaları elektrik gideri 41774 kW olup, toplam elektrik giderinin yaklaşık %32' sidir. Bu pompaların dışında VRF sisteminin sekonder devresinin çalışabilmesi için de yine bir pompa grubuna ihtiyaç duyulmaktadır. İki sistem arasında oluşan gerçek farkı bulabilmek için, iki pompa grubunun çektiği fazla elektrik miktarlarının da hava soğutmalı VRF sisteminin harcadığı elektrik tutarından çıkarılması gerekmektedir.

Dalgıç pompa 1'in harcadığı elektrik tutarı: 19.924 kWh

Dalgıç pompa 2'in harcadığı elektrik tutarı: 21.850 kWh

VRF sekonder kondenser devresi pompalarının harcadığı elektrik tutarı: 9.720 kWh

Pompalardan dolayı oluşan gider = 19.924 + 21.850 + 9.720 = 51.494 kWh Sonuç olarak 31/07-27/08 2008 tarih aralığındaki toplam elektrik gideri farkı

265.257,44 - 131.024,00 - 51.494 = 82.739,44 kWh

Antalya için elektriğin birim fiyatı 0,145 \$/kWh' dir.

Yaz ayları için meydana gelen elektrik tasarrufunun TL değeri = 82.739,44 kWh x 0,145 \$/kWh \cong 11.997,22\$' dir.

b- Mevsim Geçişi

Aynı işlemleri 17 Eylül 2008 – 22 Ekim 2008 tarihleri arasındaki dönemde de uygulamak gerekmektedir. Bu tarihler aralığında sistem yaz aylarına oranla oldukça farklı kombinasyonlarda çalışmaktadır. Yine alışveriş merkezinin teknik merkezinden alınan bilgiler doğrultusunda AVM' nin 17 Eylül 2008 – 22 Ekim 2008 tarihleri arasında VRF sisteminin gerekli soğutma yükünü karşılayabilmesi için 84.309,00 kWh elektrik tükettiği görülmüştür. Yine bu kadar elektriğin tüketildiği saat dilimlerini tarayarak; Tablo 7.'deki sistemin çalıştığı farklı kombinasyonlardaki çalışma paylarının değerlerini kullanarak, bu paylara göre tükettiği elektrik yükleri hesaplanmıştır. Aşağıdaki tablolarda yine bu tarihler aralığındaki su ve hava kaynaklı VRF sistemleri için harcanan elektrik giderleri görülmektedir.

Tablo 7. 17/09/2008 - 22/10 2008 Tarih Aralığında Yer Altı Suyu Kaynaklı VRF Sistemi İçin Harcanan Elektrik Giderinin Dağılımı. [12]

17/09/2008 - 22/10 2008 ARASI MEVSİM GEÇİŞLERİNDE HARCANAN TOPLAM ELEKTRİK MİKTAR 84.309 kWh		
ÇALIŞMA KOMBİNASYONU DİVERSİTE	KOMBİNASYONUN ÇALIŞMA PAYI %	HARCANAN ELEKTRİK PAYI kWh
120%	7,1	5.985,94
85%	17,4	14.669,77
70%	39,7	33.470,67
50%	35,8	30.182,62
	TOPLAM	84.309,00

Tablo 8. Yer Altı Suyu Kaynaklı VRF Sisteminin 17/09-22/10 2008 Tarih Aralığında Ki Yapmış Olduğu Soğutma Değerleri. [11]

YER ALTI SUYU KAYNAKLI VRF SİSTEMİNİN VERİM KULLANILARAK BULUNAN SOĞUTMA YÜKLERİ			
ÇALIŞMA KOMBİNASYONU DİVERSİTE		COP	YAPILAN SOĞUTMA kWh
120%	Üretilen soğutma	4,85	29.031,80
85%	Üretilen soğutma	5,94	87.138,41
70%	Üretilen soğutma	6,95	232.621,18
50%	Üretilen soğutma	8,39	253.232,20
TOPLAM			602.023,59

Tablo 9. 17/09-22/10 2008 Tarih Aralığında Hava Soğutmalı VRF Sisteminin Harcadığı Elektrik Miktarı[11]

HAVA SOĞUTMALI VRF SİSTEMİ				
YÜZDE		COP	YAPILAN SOĞUTMA kWh	HARCANAN ELEKTRİK kWh
120%	Üretilen soğutma	3,31	29.031,80	8.762,11
85%	Üretilen soğutma	3,39	87.138,41	25.742,51
70%	Üretilen soğutma	3,55	232.621,18	65.527,09
50%	Üretilen soğutma	3,60	253.232,20	70.342,28
HARCANAN TOPLAM ELEKTRİK MİKTARI			TOPLAM	170.374,00

Tablo 8. ve 9.' dan görüldüğü gibi 602.023,59 kWh soğutmaya karşılayabilmek için kullanılacak olan hava soğutmalı VRF sisteminin 170.0374 kW elektrik çekmesi gerekecektir. 17 Eylül-22 Ekim 2008 tarihleri arasında su kaynaklı VRF sisteminin hava kaynaklı VRF sistemine göre pompalardan dolayı harcamış olduğu fazla elektrik miktarı;

Dalgıç pompa 1'in harcadığı elektrik tutarı: 10.836 kWh

Dalgıç pompa 2'in harcadığı elektrik tutarı: 11.155 kWh

VRF seconder devre pompalarının harcadığı elektrik tutarı: 10.100 kWh

Pompalardan dolayı oluşan gider = 10.836 + 11.155 + 10.100 = 32.091 kWh Sonuç olarak 17/09/2008 - 22/10/2008 Tarih aralığındaki toplam elektrik gideri farkı **Tablo 8** ve **Tablo 9**' dan alınan sonuçlar doğrultusunda;

170.374 - 84.309,00 - 32.091 = 53974 kWh' dir.

Antalya için elektriğin birim fiyatı 0,145 \$/kWh' dir.

Mevsim geçişleri için meydana gelen tasarrufun değeri = 53.974 kWh x 0,145\$/kWh \cong 7826,23 \$' dir.

c- Kış Çalışması

Uyguladığımız işlemleri 22 Ekim 2008 – 02 Aralık 2008 tarihleri arasındaki dönemde de uygulayarak sistemin kış çalışması da incelenmiş olmaktadır. Daha önceden de bahsedildiği üzere kış aylarında olmak sistemi tamamen ısıtmaya yöneltmemektedir. AVM' nin 22 Ekim 2008 – 02 Aralık 2008 tarihleri arasında VRF sisteminin gerekli ısıtma yükünü karşılayabilmesi için 81.185 kWh elektrik tükettiği bildirilmiştir.

Tablo 10. 22/10 02/12 2008 Tarih Aralığında Yer Altı Suyu Kaynaklı VRF Sistemi İçin Harcanan Elektrik Giderinin Dağılımı [12]

22/10 02/12 2008 ARASI MEVSİM GEÇİŞLERİNDE HARCANAN TOPLAM ELEKTRİK MİKTAR 81.185 kWh		
ÇALIŞMA KOMBİNASYONU DİVERSİTE	KOMBİNASYONUN ÇALIŞMA PAYI %	HARCANAN ELEKTRİK PAYI kWh
120%	2,5	2.029,63
85%	5,6	4.546,36
70%	40,4	32.798,74
50%	51,5	41.810,28
	TOPLAM	81.185,00

Tablo 11. Yer altı suyu kaynaklı VRF sisteminin 22/10 02/12 2008 tarih aralığında ki yapmış olduğu soğutma değerleri [11]

YER ALTI SUYU KAYNAKLI VRF SİSTEMİNİN VERİM KULLANILARAK BULUNAN SOĞUTMA YÜKLERİ			
ÇALIŞMA KOMBİNASYONU DİVERSİTE		COP	YAPILAN ISITMA kWh
120%	Üretilen soğutma	5,45	11.061,46
85%	Üretilen soğutma	5,27	23.959,32
70%	Üretilen soğutma	5,67	185.968,86
50%	Üretilen soğutma	6,30	263.404,73
	Toplam		484.394,36

Tablo 12. 22/10 02/12 2008 Tarih aralığında hava soğutmalı VRF sisteminin harcadığı elektrik miktarı[12]

HAVA SOĞUTMALI VRF SİSTEMİ				HARCANAN ELEKTRİK kWh
YÜZDE		COP	YAPILAN ISITMA kWh	
120%	Üretilen soğutma	3,14	11.061,46	3.522,76
85%	Üretilen soğutma	3,22	23.959,32	7.440,78
70%	Üretilen soğutma	3,37	185.968,86	55.183,64
50%	Üretilen soğutma	3,42	263.404,73	77.018,93
	HARCANAN TOPLAM ELEKTRİK MİKTARI		TOPLAM	143.166,11

22 Ekim 2008 - 02 Aralık 2008 tarihleri arasında su kaynaklı VRF sisteminin hava kaynaklı VRF sistemine göre pompalardan dolayı harcamış olduğu fazla elektrik miktarı:

Dalgıç pompa 1'in harcadığı elektrik tutarı: 6.597 kWh

Dalgıç pompa 2'in harcadığı elektrik tutarı: 6.837 kWh

VRF seconder devre pompalarının harcadığı elektrik tutarı: 11.831 kWh' dir.

Pompalardan dolayı oluşan gider = 6.597 + 6.837 + 11.831 = 25.265 kWh. Sonuç olarak 22/10/2008 02/12/2008 Tarih aralığındaki toplam elektrik gideri farkı Tablo 11. ve Tablo 12.' den alınan sonuçlar doğrultusunda;

143.166,11- 81.185,00- 25.265 = 61.981,11 kWh' dir.

Antalya için elektriğin birim fiyatı 0,145 \$/kWh' dir.

Mevsim geçişleri için meydana gelen tasarrufun değeri = 61.981,11 x 0,145 \cong 8987,3 \$' dir.

Dalgıç pompaların toplam elektrik tüketimi içerisindeki payına bakacak olursak, derin kuyu pompaların toplam elektrik gideri (6.597+6.837) 13.434 kWh' dir. Toplam enerji gideri içerisindeki payı (13.434/81.185) %16,5 civarındadır.

Daha önce bakmış olduğumuz yaz döneminde bu oranın %32 olduğu görülmektedir. Kuyu pompalarının çektiği elektrik giderleri de yarıdan az bir miktara düşmüştür. Bu düşüşün nedeni, sistem kış mevsiminde çalışmasına rağmen fast-food ve +4 kotunda sürekli olarak soğutmaya ihtiyaç duyulmakta ve bu katlardan çekilen ısının sekonder devre aracılığı ile ısıtmaya ihtiyaç duyan katların ısıtma ihtiyaçlarını karşılamasıdır. Bu da sulu VRF sisteminde başka bir kazanç olarak karşımıza çıkmaktadır. Yine bu tarih aralığında, sistem yaz ve mevsim geçişi dönemlerine oranla oldukça farklı kombinasyonlarda çalışmaktadır.

5.4. DEĞERLENDİRME

Toplamda 22/10/2008 - 02/12/2008 tarihleri arasında yapılan ısıtma 484.494,36 kWh' dir. Isıtma için harcanan bu enerji sonuç olarak hava soğutmalı veya su soğutmalı VRF' de doğal ortamdan çekilmiştir. Hiçbir şekilde ilave kazan gibi bir ısı kaynağından ısı aktarılmamıştır. Bu sistem VRF yerine herhangi klasik bir sistem olsaydı, Antalya' da doğalgaz olmadığı için muhtemelen LPG tüketilecekti. LPG için harcanacak paraya bakacak olursak:

LPG' nin alt ısı değeri 12,79 kWh alınacak olursa toplam tüketilecek LPG miktarı:

$$\frac{484.494,36}{12,79} = 37.872,9 \text{ kg' dir.}$$

LPG' nin birim fiyatı ise yaklaşık olarak 1,47 \$/kg civarındadır.

Yakıt için harcanması gereken para 1,47 \$/kg x 37.872,9 kg \cong 55.673 \$ 'dir.

Su soğutmalı VRF için harcanan toplam enerji 81.185 kW idi. VRF kondens devresini kazan sirkülasyon devresindeki pompaya eş sayarsak, harcanan enerji 81.185 – 11.831 = 69.354 kWh' dir. Elektrik birim fiyatı 0,145 \$/kWh civarındadır. Bu durumda harcanana para:

$$0,145 \text{ \$/kWh} \times 69.354 \text{ kWh} = 10.056 \text{ \$' dir.}$$

Kısaca bir özet yapacak olursak:

Tüm ayların sisteme ait elektrik gider verileri mevcut değildir. Ortalama bir değer ile kış, yaz ve mevsim geçişlerine ait birer gün için tahmini olarak bulacağımız değerleri yılın tamamında gerçekleştiriyormuş gibi düşünecek olursak, yıllık tasarruf miktarı hakkında kabaca bir bilgiye sahip oluruz.

İlkbahar ve sonbahardaki geçiş dönemleri (15 Mart- 30 Nisan ve 15 Eylül- 31 Ekim) toplam 91 gün, kış ayları (Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, 16 Mart' a kadar) 136 gün, yaz ayları (Mayıs, Haziran Temmuz, Ağustos, 15 Eylül' e kadar) 138 gün kabulü ile:

Yaz çalışmasındaki günlük tasarruf = 11.997 \$/ 28 gün 428,5 \$/gün

Yaz aylarının 138 günden oluştuğu düşünülürse:

$$138 \text{ gün} \times 428,5 \text{ \$/gün} = 59.133 \text{ \$}$$

Mevsim geçişlerindeki günlük tasarruf = 7826 \$/36 gün = 217,4 \$/gün

Mevsim geçişlerinin 90 günden oluştuğu düşünülürse:

$$90 \text{ gün} \times 217,4 \text{ \$/gün} = 19.566 \text{ \$}$$

Kış çalışmasındaki günlük tasarruf = 8987,3\$ / 43 gün = 209 \$/gün

136 gün x 209 \$/gün = 28.424 \$

Toplam tasarruf = 59.133 \$ + 19.566 \$ + 28.424 \$ = 107.123 \$' dir.

Eğer kış aylarında kazan yakılmış olsaydı, kış aylarındaki tasarruf 28.424 \$ yerine 45.617 \$ (55.673 \$ - 10.056\$) olacaktı. Bu durumda yıllık toplam 124316 \$ rakamına ulaşacaktır.

SONUÇ

Değişken soğutucu akışkan debili (VRF) sistemleri hava ve su soğutmalı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sistem seçimi ve boyutlandırması VRF sistemleri için de önemlidir. Bina yapı ve kullanım amacına bağlı olarak VRF seçimleri ve projelendirilmesi ciddi mühendislik çalışması gerektirir. Hava ve su soğutmalı olarak kurulan sistemler arasında büyük COP farkı olması ve bu farkın yaz ve kış çalışmasına göre değişmesi doğru seçimin önemini artırır. Özellikle VRF sistemini destekleyecek taze hava sistemlerinin seçimi ve VRF sistemine uyumu önem arz etmektedir. Montaj ve bakım kolaylığının yanında kullanılan enerjinin paylaşımında da kolaylık getiren VRF sistemleri gelişmeye ve özellikle fan-coil tesisatlarının yerini almaya devam etmektedir. Bu sistemlerin yaygın olarak kullanımı nedeni ile sektördeki karşılıklı bilgi paylaşımı önemlidir.

KAYNAKLAR

- [1] DOĞAN, Veli., "Su-Toprak Kaynaklı Isı pompaları" VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 2005 – İZMİR
- [2] American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, Inc. "Ground Source Heat Pump" 1997 – ATLANTA
- [3] American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc.
- [4] "Commerical Ground-Source Heat Pump Systems " 1995 – ATLANTA
- [5] American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc.
- [6] "Ground Source Heat Pump"
- [7] MITSUBISHI ELECTRIC Firması Teknik Yayınları
- [8] DAIKIN Firması Teknik Yayınları
- [9] "National Rural Electric Cooperative Association, Oklahoma State University International Ground [10] Source Heat Pump Assciation" Closed-Loop / Ground-Source Heat Pump Systems Installation Guide
- [11] KAVAK, Levent., "VRF sistemlerinde COP lerin muhtelif yük ve şartlarda karşılaştırılması" MITSUBISHI ELECTRIC Notları
- [12] GENÇARSLAN, Serhat., Shemall Teknik Servis Notları
- [13] DOĞAN, Cemre., Shemall Proje Hesap Raporu 2007

ÖZGEÇMİŞ

Veli DOĞAN

1980 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. 1982 yılında İTÜ Makine Fakültesinde Enerji dalında master yapmıştır. 1986 yılına kadar yurt içi ve yurt dışında özel sektörde çalışmıştır. 1986 yılında Vemeks Mühendislik Ltd. Şti.'ni kurmuştur. 9 Temmuz 2001 yılında doktora çalışmasını tamamlamıştır. Halen Yurt içinde ve Yurt dışında HVAC konusunda proje ve taahhüt yapan Vemeks Mühendislik Ltd. Şti'nin yöneticisi olarak çalışmalarına devam etmektedir, aynı zamanda Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde ısı ile ilgili dersler vermektedir.